

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР  
КАМЧАТСКОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ

Уч. № 013

ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ  
КАРТА СССР

МАСШТАБ 1:200 000

ЗАПАДНО-КАМЧАТСКАЯ СЕРИЯ

Лист О-57-XXXV (Ключи)

Объяснительная записка

Составитель *В.С.Шеймович*

Редактор *М.И.Горьев*

Утверждено Научно-редакционным советом Мингео СССР при ВСЕГЕИ

9 июня 1983 г., протокол № 18

МОСКВА 1989

## О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Введение . . . . .	5
Геологическая изученность . . . . .	8
Стратиграфия . . . . .	13
Интрузивные образования . . . . .	54
Тектоника . . . . .	57
Геоморфология . . . . .	71
Полезные ископаемые . . . . .	82
Подземные воды . . . . .	89
Оценка перспектив района . . . . .	93
Литература . . . . .	95
Приложения . . . . .	99

## ВВЕДЕНИЕ

Территория листа 0-57-XXXXI ограничена координатами  $160^{\circ}00'$ – $161^{\circ}00'$  в.д. и  $56^{\circ}00'$ – $56^{\circ}40'$  с.ш. Ее площадь  $4600 \text{ км}^2$ . По административному делению она входит в Усть-Камчатский район Камчатской области РСФСР.

Главными орографическими элементами территории являются западно-восточные склоны Быстринского хребта, представленные предгорьями высотой от 200 до 800 м, Ключевская группа вулканов и Харчинский хребет. Последние отделены от предгорий широкой низменностью долин рек Камчатки и Еловки. Ключевская группа формирует горный массив округлой в плане формы, диаметром 60 км, ограниченный р. Камчаткой. Массив, занимающий около 60% территории, имеет единую пологую зону подножия от высоты 100 до 400–600 м. Склоны массива образуют коническую поверхность с углами наклона около  $10^{\circ}$  примерно до абсолютной высоты 2500 м. Вершинная часть массива представлена группой крутых конических разновысоких гор, крупнейшими из которых являются соп. Ключевская (4750 м), г. Камень (4585 м), г. Плоская Ближняя (4108 м), г. Плоская Дальняя (3943 м), г. Средняя (2989 м). Относительная высота западных склонов Ключевской сопки около 1800 м, восточные склоны спускаются до высоты 10–50 м, сливаясь со склонами массива. Ее диаметр на высоте 3000 м около 10 км. На вершине имеется кратер диаметром 670–700 м, глубина которого в настоящее время 100 м. На восточных склонах в радиальных направлениях расположены цепочки шлаковых конусов с относительными превышениями 150–200 м и диаметром основания 500–1500 м.

Сопки Плоские, Ключевская и Камень покрыты ледниками. Нижняя граница вершинных ледников находится на высоте около 3000 м. Между сопками Плоскими и Ключевской находится ледник Светлый; от вершины узкими языками шириной до километра и длиной от 3–4

до 10–15 км сползают Желтый, Проходимый, Черный, Эрмана, Шмидта и другие долинные ледники.

Меридиональный хребет Харчинский на северо-востоке территории сформирован двумя изометричными горными массивами 1410 и 653. Он возвышается среди заболоченной тундровой равнины левого бережья р. Камчатка.

В субширотном направлении рассматриваемую территорию разделяет крупнейшая водная артерия полуострова р. Камчатка, превращаясь в равнинную реку в нижнем течении. Она имеет чрезвычайно извилистое русло с многочисленными островами, старицами, косами и протоками. Ширина основного русла 250–400 м, участками до 1,2 км, глубина от 2 до 10 м, преобладающая – 4,5–6 м, скорость течения около 0,8 м/с. Дно песчаное, песчано-илистое. Река в районе судоходна на всем протяжении. Период навигации продолжается с мая по октябрь. Ширина ее поймы колеблется от 3 до 20 км. Поверхность поймы сильно заболочена, с системой мелких озер, проток и стариц.

К левым притокам р. Камчатка принадлежат такие крупные водотоки как Половинная, Белая, Еловка и ее правый приток Киревна. Все реки за исключением р. Еловки на территории листа являются горными (ширина русла от 20 до 50 м, скорость течения 1,5–2,5 м/с), изобилуют перекатами, порогами; дно валуновое. Реки, протекающие по широким пойменным равнинам долин Камчатка и Еловки, в нижних течениях приобретают равнинный характер. Скорость течения снижается до 1 м/с, дно – песчаное, песчано-илистое. Река Еловка на площади листа целиком протекает по заболоченной пойме шириной до 20 км. Ее меандрирующее русло имеет ширину до 150 м при средней глубине 1,2–1,5 м и скорости течения 1,2 м/с.

Левобережье р. Камчатка обильно обводнено крупными водотоками, на правобережье они отсутствуют. Склоны массива Ключевской группы прорезаны многочисленными долинами сухих рек: Козыревской, Ушковской, Бильченок, Дульченок, Ключевской, Кирчурич, Глубокой, для которых характерна лишь сезонная обводненность. Вода в них появляется весной с началом таяния снежного покрова и держится до середины июля. В остальное время эти долины практически безводны. Постоянно вода присутствует только в ручьях Бильченок, Дульченок, Кирчурич и Глубокая.

В долинах рек Камчатка и Еловки находится большое количество озер, наиболее крупные из которых площадью 10–15 км<sup>2</sup> – Харчинское, Куражечное, Каменское, Гренадерское окружают подножие Харчинского хребта и расположены в пойме р. Камчатка. Берега у озер низкие, заболоченные, глубина не более 2,5 м.

Климат района в целом морской. Среднегодовая температура составляет –2,5°C (по данным Ключевской метеостанции за 1975–1976 гг.), среднемесячная температура июля 13,4–15,2°C, января –24,5...–26°C. Наибольшее количество осадков выпадает в июле и августе: до 19,8 мм за сутки при среднегодовой норме 380,7 мм. Снежный покров в долинах устанавливается в начале ноября, в горной части – в начале октября, а в высокогорной – в середине сентября. Снег в долине сохраняется до конца апреля, в горах он полностью сходит лишь в конце лета. Снеготаяние обуславливает высокие весенне-летнее половодье. Подъем воды начинается в конце мая, достигает максимума в середине – конце июня.

Растительный покров отличается ярко выраженной высотной зональностью. В долинах и поймах рек обычны ветла, тополь, боярышник, ольховник, рябина, черемуха, жимолость и шиповник. До высот 700–800 м развиты смешанные леса, состоящие из каменной березы и лиственницы. Лиственничные леса, интенсивно развитые у подножия Ключевской группы вулканов, являются прекрасным топливным и строительным материалом. Выше леса сменяются зарослями ольхового и кедрового стланика. С отметок 1100–1200 м начинается зона горных тундр.

Из животных здесь обитают бурый медведь, волк, россомаха, северный олень, снежный баран, соболь, горностай, белка, лиса, заяц; из птиц встречены глухари, куропатки, утки, белый лебедь, белохвостый орлан; в реки на нерест заходят лососевые рыбы: чавыча, кижуч, горбуша, кета, голец.

По национальному составу район представлен преимущественно русским населением. Около 15 тыс. человек проживает в пос. Козыревск и г. Ключи.

Ведущую роль в экономике района играет лесобработывающая промышленность. В г. Ключи находится деревообрабатывающий комбинат, бондарный цех; город является одним из крупных портов, осуществляющих перевалку леса. Население занимается рыбной ловлей, добычей пушнины, сбором дикоросов, которые организует Ключевский леспромхоз. Сельское хозяйство специализируется на молочно-мясном животноводстве, производстве картофеля, зерновых культур. В г. Ключи располагается отделение сельхозтехники, которое культивирует новые земли.

Главной водной артерией является р. Камчатка, с которой связаны основные пути сообщения. В навигационный период река судоходна. Буксируются баржи с осадкой 1–1,5 м и грузоподъемностью 100–200 т, плоты с древесиной от пос. Атласово до

пос. Усть-Камчатск. Автомобильный и гужевой транспорт использует грунтовую дорогу, соединяющую г. Ключи с пос. Козыревск. В г. Ключи функционирует аэропорт, принимающий самолеты типа Ан-2, Як-40 и Ан-24. Работает устойчивая телефонная, телеграфная и радиосвязь с областными и районными центрами и поселками.

Обнаженность территории плохая, коренные выходы пород встречаются в бортах притоков р. Камчатки и приводораздельных частях горных массивов.

## ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Геологические исследования на территории листа 0-57-XXXV продолжают более двух веков. Этот район п-ова Камчатка интересен прежде всего находящимися здесь крупнейшими в Азии действующими вулканами Ключевской группы. Однако вплоть до 1955 г. геологическое изучение района носило маршрутный характер. Большое внимание было уделено описываемому району следующими известными исследователями /7/: С. П. Крашениников и Г. В. Стеллер (1738-1741 гг.), А. Эрман (1829 г.), К. Дитмар (1851-1855 гг.), К. Богданович (1897-1898 гг.), В. А. Обручев (1892 г.), А. Н. Державин (1908 г.), П. Ю. Шмидт (1909 г.), С. А. Конради (1910 г.), Т. А. Дятлиев (1928 г.).

Учитывая важнейшее геологическое и петрологическое значение изучения активной вулканической деятельности, Академия Наук СССР в 1930 г. в пос. Ключи организовала вулканологическую станцию, объектами наблюдений которой стали все вулканы Ключевского дола и прилегающих районов. На этой станции проводили исследования такие известные советские геологи, как А. Н. Заварицкий, Б. И. Пийп, Г. С. Горшков, В. Н. Влодавец, С. Н. Набоко /7/.

А. Н. Заварицкий провел геолого-петрографическое изучение Ключевского вулкана и высказал гипотезу о расположении действующих вулканов группы на едином тектоническом шве /7/.

Детальное монографическое описание Ключевского вулкана, его положение среди других вулканов группы были проведены Б. И. Пийпом /13/. Им же было высказано мнение, основанное на петрографических и геоморфологических данных, о последовательности их формирования, а также предположение об относительно наиболее древнем возрасте мегаплагииофировых эффузивов, обнажающихся в основании вулканической группы по ее периметру.

С 50-х годов начинается этап планомерного геологического изучения п-ова Камчатки. В 1956 г. территория листа была покры-

та комплексной геолого-гидрогеологической съемкой масштаба 1:500 000, произведенной 5-м геологическим управлением под руководством Е. М. Изотовой /24/. Выделены верхнемиоцен-плиоценовые вулканогенно-осадочные отложения, плиоцен-нижнечетвертичные, среднечетвертичные - современные вулканы и четвертичные рыхлые отложения. Эта стратиграфическая схема не претерпела значительных изменений и при более детальных исследованиях.

В 60-е и 70-е годы (до 1976 г.) на площади смежных листов 0-57-XXXIV, 0-57-XXIV, н-57-У были завершены геологосъемочные и поисковые работы масштаба 1:200 000. Геологические карты были подготовлены к изданию /5, 6, 33/. Наиболее полный геологический материал по строению сопредельных территорий получен по площади листа 0-57-XXXIV, где в отложениях, прослеживающихся на исследуемой территории, обнаружены богатые скопления органических остатков, позволяющих датировать их миоценом - плиоценом. Среди четвертичных образований выделены нижнечетвертичные эффузивы и дробный комплекс более молодых плейстоценовых и голоценовых вулканитов. Плиоценовые субвулканические тела нередко вмещают перспективные золоторудные проявления. Результаты этих работ были обобщены в сводной Легенде Западно-Камчатской серии листов /37/.

В 1976-1978 гг. на территории листа 0-57-XXXV Шивелучская партия провела геологическое картирование и поиски масштаба 1:200 000 /27/. Впервые на северную часть Ключевской вулканической группы составлена геологическая карта и карта магматических комплексов. В Срединном хребте выделены плиоценовые вулканогенно-осадочные отложения, среди которых собраны флористические и фаунистические остатки. На основании палеомагнитных определений нижнечетвертичные базальты отнесены авторами к плиоцену. Это противоречит результатам геологического изучения на смежных площадях /39/. Стратиграфическое расчленение комплекса четвертичных вулканитов Ключевской группы и Харчинского хребта проведено на основании геоморфологических наблюдений, их взаимоотношений с датированными отложениями верхнеплейстоценовых ледников и в значительной мере является условным. Но в настоящее время материалы Шивелучской партии являются наиболее представительными в отношении изучения геологического строения площади листа. Несмотря на длительно проводившиеся здесь вулканологические исследования, попытки комплексного изучения геологического строения Ключевской вулканической группы не предпринято. Работы носили специализированный характер (режимные на-

блюдения, изучение петрографии, геоморфологическое изучение) и не базировались на фундаментальных знаниях о геологическом строении территории. Среди публикаций 1960–1980 гг. научных сотрудников Института вулканологии ДВНЦ АН СССР, проводивших исследования в районе Ключевской группы, можно отметить несколько работ, имеющих геологическое значение, и результаты которых учитывались при составлении геологической карты.

В 1962–1964 гг. О.М.Алыпина проводила палеомагнитные исследования в связи с решением задачи возрастного расчленения образований вулканической группы /1/. Ею установлено, что все породы группы имеют положительную намагниченность, но комплекс пород основания, выделенный Б.И.Пийпом в древнюю толщу, имеет отличия от пород голоценовых стратовулканов. Это дало основание автору предположительно установить для них ниже-среднеплейстоценовый возраст. По заключению заведующего лабораторией палеомагнетизма ЦИ КИГО "Камчатгеология" В.В.Герника опубликованные материалы Алыпина свидетельствуют лишь о четвертичном возрасте всех рассматриваемых пород без уточнения.

И.В.Мелекесцев /12/, изучавший на протяжении ряда лет (60–70-е годы) рельеф и отложения Ключевской группы, обобщил материалы о возрасте ледниковых отложений. Он отметил, что в зоне подножия Ключевского вулкана и Плоских сопкок отсутствуют породы древнее верхнего плейстоцена.

А.Н.Сирин довольно детально изучил геологическое строение сопкок Дальняя и Ближняя Плоская (Плоские сопки), показал большое значение в строении склонов доголоценовых стратовулканов дайковых серий. Он считает, что конусы вулканов более молодые, чем их основание /14/.

В.А.Ермаков систематизировал геологические описания вулканов Ключевской группы /7/. На тектонической основе, составленной с учетом глубинного строения по новейшим геофизическим данным, проведено формационное разделение пород. Для базальт-андезито-дацитов и базальт-андезитовой формаций допустимы коровая и мантийная области магматического питания.

В связи с быстрым ростом г.Ключи и возросшей потребностью в стройматериалах в непосредственной близости от города партией стройматериалов КГСЭ ПГО "Камчатгеология" проведены поисковые и поисково-разведочные работы с подсчетом запасов по кат. В+С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>, даны рекомендации по разработке вулканического шлака, строительного камня, песка, песчано-гравийной смеси /28, 30, 31, 36/.

На территории работ проведен большой комплекс геофизических работ, позволивший высказать предположения о ее глубинном строении.

В 1958–1959 гг. площадь листа была покрыта аэромагнитной съемкой масштаба 1:200 000 /33/. К сожалению, по техническим причинам площадь около 1000 км<sup>2</sup> – склоны Ключевской группы – не охвачена этой съемкой.

В 1965 г. на площади работ (за исключением низовий р.Еловки) проведена гравиметрическая съемка масштаба 1:1 000 000 /24/.

Г.С.Горшковым впервые в мире предпринята и осуществлена попытка сейсмического просвечивания Ключевского вулкана, что позволило предположить глубину зоны магмогенерации вулкана около 60 км /4/.

В 1970–1972 гг. Институтом вулканологии и СахЖНИИ ДВНЦ АН СССР произведено глубинное сейсмическое зондирование, позволившее судить о структуре земной коры и верхней мантии в районе вулканической группы /2/.

В пределах Центрально-Камчатской депрессии, как на площади работ, так и за ее пределами, ведутся более крупномасштабные гравиметрические, магниторазведочные, электроразведочные и другие исследования с целью определения ее глубинного строения для прогнозирования нефтегазоперспективности этой структуры /19, 21, 22, 23, 29, 40, 41/. Результаты всех геофизических работ использованы в главе "Тектоника".

В основу геологической карты легли материалы Шивелучской партии /27/. При ее составлении в значительной мере использованы результаты дешифрирования аэрофотоснимков масштаба 1:40 000 (на площадь Срединного и Харчинского хребта), 1:20 000 (на южную часть Харчинского хребта) и 1:60 000 – 1:80 000 (на территорию Ключевской группы). Последние снимки для площади зон подножия вулканов имеют плохое качество. Качество остальных фотоизображений удовлетворительное. Неогеновые отложения дешифрируются плохо из-за слабой обнаженности. Нижнечетвертичные эффузивы выделяются по плоским наклонным слабо расчлененным поверхностям базальтовых покровов. Все плейстоценовые вулканы сохранили в значительной степени свою первичную форму, несмотря на отчетливые следы верхнеплейстоценового горно-долинного оледенения. Границы голоценовых вулканических проявлений и их внутренняя структура (границы потоков, шлаковых конусов, кратеров) видны отчетливо на всех гипсометрических уровнях. Степень сохранности рельефа и фототон позволяют ограничить поля разновозрастных об-

разований в пределах вулканических построек. Плейстоценовые вулканы дешифрируются менее отчетливо из-за "размытости" первичных форм. Степень дешифрируемости их зон подножия значительно меньшая, чем склонов конусов из-за интенсивной залесенности и развития шлейфа обломочных отложений. В верхних частях вулканических склонов на фотоизображениях выявляются серии протяженных даек, неки, участки питающих вулканических систем. В целом же строение плейстоценовых аппаратов, их состав по аэрофотоизображениям не дешифрируется. Среди генетических типов рыхлых четвертичных образований наиболее отчетливо выделяются своим микрорельефом поля аллювиальных, озерно-болотных, пролювиальных отложений. Участки ледниковых отложений дешифрируются там, где сохраняется их холмисто-западинный рельеф. Литологический и фациальный состав рыхлых отложений не выявляется. Некоторые из тектонических нарушений дешифрируются прямолинейными элементами рельефа лишь в северо-западной части территории листа.

На космических снимках масштаба 1:1 000 000 отчетливо видны по смене фототона тектонические границы основных морфоструктур района: Срединного хребта, Ключевой группы вулканов, Харчинского хребта и Центрально-Камчатской депрессии. Однако новые элементы их внутреннего строения на них не выявляются. Лишь у основания северо-восточного склона Ключевского вулкана отмечается дуговая линия, обусловленная сменой темного и светлого фототона. Линия пересекает пролювиальные отложения и не объясняется геологической ситуацией. Можно лишь предположить различную степень обводненности отложений по обе стороны от этой границы.

На космических снимках масштаба 1:200 000 видны основные морфоструктуры и их элементы: отчетливо выделяются склоны конических вулканов, цепи шлаковых конусов, мааров, дешифрируются формы ледниковой экзарации, "угадываются" некоторые субвулканические тела.

Границы геологической карты не вполне увязываются с границами смежных территорий. По рамке с листом N-57-У имеются несоответствия в индексации составов полей вулкаников их возрастов. Некоторые разрывы без смещений не показаны на площади листа 0-57-XXXV. Исследования лав вулканов Камень, Ключевой, Плоские сопки /27/ свидетельствуют о преобладании базальтов в районе работ. На границе с листом 0-57-XXIX /6/ к полю нижней толщи алнейской серии (миоцен - плиоцен), перекрытой нижнечетвертичными эффузивами, примыкает с севера участок плиоценовой этолон-

ской свиты, перекрытой среднеплейстоценовыми эффузивами. В значительной степени такое несоответствие объясняется появлением новых /27, 39/ данных: палеомагнитных определений, сборов остатков флоры и фауны на площади листов 0-57-XXXV и XXXV, а также тем, что геологическая карта листа 0-57-XXIX составлена до Межведомственного стратиграфического совещания 1974 г. и не приведена в соответствие с его решениями /35/. Несоответствия по западной границе площади листа в ее южной части объясняются появлением новых материалов о составе и возрасте ледниковых отложений в районе Ключевой группы вулканов /10/.

Характеристика полезных ископаемых и их положение дано на основании материалов всех проведенных здесь поисковых работ.

Аналитические работы выполнены в Центральной лаборатории ГГО "Камчатгеология". Часть химических определений проведена в Институте вулканологии ДВНЦ АН СССР. Остатки фауны и листовой флоры определялись в палеонтологической партии Камчатской геологосъемочной экспедиции.

## СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении района принимают участие вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования неогенового и четвертичного возраста. Выходы последних явно преобладают на площади работ.

### НЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА

Система представлена одной лишь нижней вулканогенно-осадочной толщей алнейской серии. Более полно алнейская серия обнажается западнее в Срединном хребте, где она расчленена на две толщи: нижнюю и верхнюю (эффузивно-пирокластическую) /39/.

### Миоцен - плиоцен

Нижняя толща алнейской серии ( $N_{1-2}o_{11}$ ) установлена в северо-западной части территории, где туфоалевролиты, туфопесчаники, туффиты, туфоконгломераты, гравелиты с прослоями пепловых туфов фрагментарно обнажаются в бортах долин левых притоков р. Камчатки: Говянки, Половинной, Белой, Киревны. Нижней границы толщи не наблюдалось. Она несогласно перекрыта нижнечетвертичными эффузивами.

Породы обладают светло-серым, кремовым цветом, нередко ожелезнены. Тонкие разности имеют белесый оттенок. В них постоянно отмечается растительный детрит, отпечатки листовой флоры. Отложения смяты в пологие складки с углами падения на крыльях 5-10°.

Мощность во вскрытых обнажениях не превышает первых десятков метров.

На р.Белой описаны наиболее низкие части разреза. В его видимом основании переслаиваются туфогенные конгломераты (мощность слоев 3-3,5 м) и песчаники (от долей метра до 2 м). Общая мощность переслаивания по изолированным обнажениям около 30-40 м.

Выше по течению отмечена маломощная пачка переслаивания (снизу вверх):

1. Туфогравелиты . . . . .	.0,5м
2. Туфопесчаники плотные, среднезернистые, с горизонтальной слоистостью . . . . .	.1,2"
3. Туфогравелиты, переходящие по простиранию в галечные конгломераты . . . . .	.0,4"
4. Туфопесчаники крупно-среднезернистые, с остатками пеллеципод, растительным детритом . . . . .	.1,5"
5. Туфы пепловые, бежевые, с обильным растительным детритом . . . . .	.0,2"
6. Туфопесчаники крупно-среднезернистые . . . . .	.1,5"
Общая мощность пачки 5,3 м.	

Наиболее представительный разрез толщи наблюдался у западной границы площади в береговых обрывах р.Белой (снизу вверх):

1. Пачка переслаивания мелко-, средне- и крупнозернистых туфопесчаников (1-2 м) с линзами гравийного и мелкогалечного материала (1х0,3 м) . . . . .	.7,7м
2. Туфогравелиты с туфовым псаммитовым заполнителем и плохой сортировкой, по простиранию переходят в мелкогалечные конгломераты . . . . .	.3,5"
3. Пачка переслаивания (0,3-2 м) мелко-, крупнозернистых туфопесчаников с линзами гравелитов. Отдельные слои по простиранию переходят в галечные туфоконгломераты . . . . .	.4,3"
4. Туффиты алевритовые, витрокластические, серые, слаболитифицированные . . . . .	.0,1"
5. Туфопесчаники мелко-среднезернистые, с остатками фауны плохой сохранности . . . . .	.1,7"

6. Пачка переслаивания мелко-среднезернистых туфопесчаников (0,7-0,9 м) и алевритовых пепловых туффитов (0,1-0,2 до 0,7 м). Туфопесчаники содержат линзы и прослои туффитов, гравелитов, остатки пеллеципод . . . . .

7. Туфопесчаники с неравномернозернистой структурой, мелко-крупнозернистые . . . . .

8. Пачка переслаивания, аналогичная слою 6 . . . . .

9. Песчаники плохосортированные от мелко- до крупнозернистых, темно-серые, кислого состава . . . . .

10. Пачка переслаивания туфопесчаников и алевритовых туффитов, аналогичная слою 6 . . . . .

11. Туфопесчаники крупнозернистые, переходящие по простиранию в туфогравелиты и мелкогалечные конгломераты . . . . .

12. Пачка переслаивания туфопесчаников и алевритовых пепловых туффитов, аналогичная слою 6 . . . . .

13. Туфопесчаники мелкозернистые, буроватые, с линзами крупнозернистых песчаников и гравелитов . . . . .

Общая мощность 59,7 м.

Верхние части разреза, вскрывшиеся в непосредственной близости от подошвы нижнечетвертичных эффузивов в верховье р.Большой, представлены белесыми алевритовыми туффитами, мелкозернистыми косослоистыми туфопесчаниками с большим количеством растительного детрита.

Туфопесчаники разнозернистые со слоистой и массивной текстурой. В составе обломков преобладают (50-60%) лавы андезитодацитов, андезитов, андезито-базальтов, трахибазальтов, реже трахитов и липарито-дацитов. Встречаются редкие обломки диоритовых порфиритов, гидротермально измененных пород. Среди обломков кристаллов (до 20%) встречается плагиоклаз, реже пироксен, роговая обманка, биотит и рудный. В отдельных случаях до 10% от объема породы составляют пемзы, массивное стекло; цемент глинистый, цеолитовый, с примесью хлорита, поровый, базально-поровый.

Туффиты имеют алевритовую, алевропсаммитовую структуру, отличаются средней сортировкой обломков. Отмечается примесь псаммитового материала. Среди обломков преобладает кристаллокластический материал, представленный плагиоклазом, кварцем, слюдой, пироксенами, роговой обманкой и вулканическим стеклом. Цемент глинистый, глинисто-хлоритовый.

Туфы пепловые, структура алевропелитовая и алевролитовая. Они на 80–90% состоят из рогулек вулканического стекла, присутствует незначительная примесь обломков плагиоклаза, пироксенов и пемзы. Витрокластическая фракция цеолитизирована, развиты глинистые минералы.

Породы обогащены растительным детритом и содержат остатки морской фауны и листовой флоры плохой сохранности; в связи с чем определения остатков фауны не дали положительных результатов. К западу в отложениях той же толщи собраны многочисленные остатки пелеципод, позволяющие коррелировать их со слоями кавранской серии, а наличие среди них таких форм, как *Mutilus* (*Mutilosoncha*) *trampasensis* Clark, *Laevicardium* aff. *burchardi* Dunker, *Masoma* cf. *incongrua* (Mart.) и др., характерных для энеменской свиты, свидетельствует о плиоценовом времени образования верхних частей толщи /39/.

На площади работ по рекам Белая и Половинная среди остатков растений Г.Б.Чигаевой установлены *Salix glaucifolia* Cheleb., *Salix lapponum* L, *Salix* sp. *indet.*, *Rhododendron parakamtshaticum* Cheleb. Выше по течению рек Белой и Половинной сделаны более представительные сборы остатков флоры, среди которой доминируют такие роды как *Salix*, *Alnus*, *Alnaster*. Это позволило А.И.Челобаевой считать возраст вмещающих отложений плиоценовым /15, 39/.

Палинологический анализ проб из отложений толщи, по определению В.Н.Соломоновской, показал, что в спорово-пыльцевом комплексе пыльца древесных растений представлена преимущественно хвойными и сережкоцветными /27/. Среди пыльцы кустарниковых и травянистых растений определены: *Ericaceae*, *Lonicera*, *Leguminosae*, *Cyrtogataeae*, *Thalictrum*, *Geraniaceae*, *Compositae*, *Artemisia*. В группе спор преобладают споры папоротников, среди которых основной фон создают *Polypodiaceae*, *Lycopodiaceae*. Спорово-пыльцевой комплекс р.Белой хорошо сопоставляется с палинологическими спектрами из плиоценовых отложений Срединного хребта.

Палеомагнитный анализ проб из разреза отложений по р.Белой показал, что накопление толщи происходило в эпоху обратной магнитной полярности Гаусса (плиоцен по шкале Кокса). Таким образом, возраст охарактеризованных отложений может датироваться комплексом методов миоцен-плиоценом.

На территории смежного к западу листа 0–57–XXXIV подобные отложения отнесены к нижней толще алнейской серии /39/. Они перекрыты эффузивно-пирокластическими образованиями верхней толщи алнейской серии, мощность которой на восток резко сокращает-

ся. В предгорьях хребта нижняя толща перекрыта, так же как и на территории работ, непосредственно нижнечетвертичными эффузивами. На основании литологических, палеонтологических, палеофлористических и палеомагнитных данных толща идентифицируется как нижняя толща алнейской серии. Ее максимальная видимая мощность, вычисленная графически, – 400 м.

#### ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

Четвертичные плейстоценовые и голоценовые образования вулканогенного и флювиального генезиса покрывают около 80% территории, целиком слагая Ключевскую группу вулканов, заполняют Центрально-Камчатскую депрессию, покрывают склоны Срединного хребта (рис.1).

#### Н и ж н е е з в е н о

Раннечетвертичные базальты ( $\beta_{q_1}$ ) слагают в Срединном хребте приводораздельные части междуречий Киревна – Большая – Белая, формируя пологие платообразные поверхности. Их небольшие поля протягиваются цепочкой изометричных останцов в северо-восточном направлении вдоль подножия хребта. Эти образования обнажены чрезвычайно слабо, в связи с чем взаимоотношений с выше- и нижележащими отложениями не наблюдалось, но определенно можно судить об угловом несогласии с подстилающими смятыми в пологие складки отложениями.

Раннечетвертичные образования – это наслоения довольно маломощных базальтовых потоков (2–5 м), очень однообразных по внешнему облику серых плитчатых пород с флюидальной текстурой. Максимальная мощность (~300 м) отмечалась в районе хр.Черного. Характерно отсутствие прослоев пирокластических отложений среди эффузивных серий. Фаши шлаков, агглютинатов, бомбово-пирокластический материал наблюдались на вершинах небольших базальтовых полей у подножия Срединного хребта. Их площадь достигает 10–12 км<sup>2</sup>, а мощность 100 м. Они представляют собой, видимо, цепочку древних шлаковых конусов на постаменте базальтовых потоков, формировавшихся у подножия древних щитовых вулканов.

Среди базальтов преобладают оливиновые разновидности пород, встречаются оливин-пироксеновые и двупироксеновые лавы.

Оливиновые базальты – серые массивные породы с порфировой структурой. Структура основной массы интерсертальная, участками

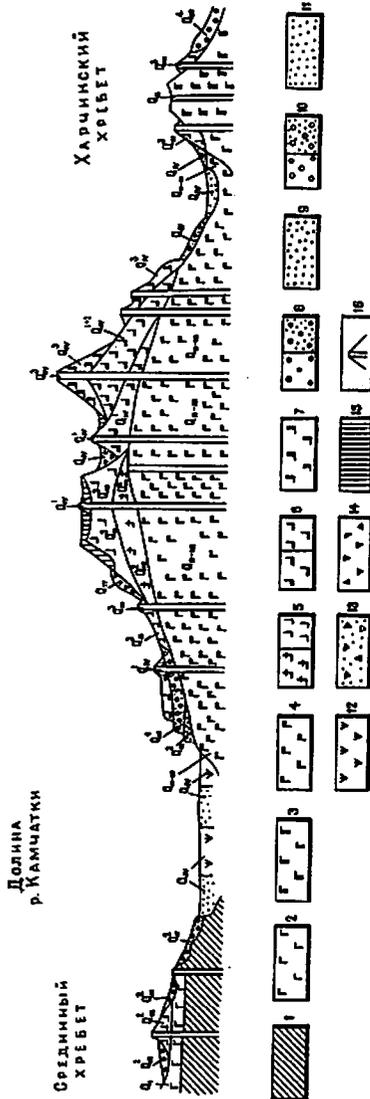


Рис. 1. Принципиальная схема соотношений четвертичных, вулканогенных, ледниковых и флювиальных отложений

1 - миоцен - плиоценовые вулканогенно-осадочные отложения; 2-7 - четвертичные вулканы, преимущественно базальты; 2 - нижнечетвертичные ( $Q_1$ ), 3 - среднечетвертичные ( $Q_{II}$ ), 4 - средне-верхнечетвертичные ( $Q_{II-III}$ ), 5 - верхнечетвертичные I-й стадии 2-го оледенения ( $Q_{III}^1$ ) и межледниковые стадии 2-го оледенения ( $Q_{III}^2$ ), 6 - современное, нижняя часть ( $Q_{IV}^1$ ) и нижняя - средняя часть ( $Q_{IV}^{1+2}$ ), 7 - современное, верхняя часть ( $Q_{IV}^2$ ); 8-14 - ледниковые, водно-ледниковые флювиальные отложения: 8 - ледниковые, водно-ледниковые первой стадии верхнеледникового оледенения ( $Q_{III}^1$ ), 9 - аллювиальные верхнечетвертичные времени межстадии ( $Q_{III}^2$ ), 10 - ледниковые, водно-ледниковые второй стадии верхнеледникового оледенения ( $Q_{IV}^1$ ), 11-14 - современные отложения ( $Q_{IV}^2$ ): 11 - аллювиальные, 12 - озерно-болотные, 13 - пролювиальные, 14 - ледниковые; 15 - ледники; 16 - вулканические аппараты

микродолеритовая. Вкрапленники составляют 5-7% (редко до 20%) объема породы. Они выполнены исключительно оливиним, изометричные ромбовидные зерна которого имеют размер 0,7-1,5 мм, редко до 2,5 мм. По трещинкам в нем развивается идингсит.

Оливин-пироксеновые базальты отличаются от оливиновых тем, что содержат во вкрапленниках помимо оливина 2-5% моноклинного пироксена. В двупироксеновых базальтах во вкрапленниках преобладает (до 20%) ромбический пироксен, количество фенокристаллов моноклинного пироксена колеблется от 2-3 до 7-10%.

По своим петрохимическим свойствам базальты очень близки и образуют тесные группы фигуративных точек на диаграммах (табл. I). Базальты древних шлаковых конусов не отличаются от базальтов "плато". Породы относятся к нормальным известково-щелочным эффузивам, недосыщены щелочами и пересыщены  $SiO_2$ .

Возраст базальтов устанавливается по комплексу признаков. По морфологическим, петрографическим особенностям и условиям залегания базальтовые покровы являются аналогами нижнечетвертичных покровов смежных территорий /39/. Результаты анализов палеомагнитных проб в бассейне рек Белой и Киревны показывают принадлежность нижней части разреза эпохе Матуямы (0,7-2,4 млн. лет по шкале Кокса), а верхней - эпохе Брюнеса (моложе 0,7 млн. лет).

### Среднее звено

Среднечетвертичные базальты, андезито-базальты и их туфы ( $Q_{III}$ ) формируют стратифицирующие образования Харчинского хребта, который образован двумя смежными стратовулканами Харчинским и Заречным, образующими субмеридиональное звено. Вулканы возвышаются над аллювиальной равниной долин рек Камчатки и Еловки, поэтому подстилающие их более древние образования не вскрыты и взаимоотношения с ними неясны.

Наиболее крупный стратовулкан Харчинский (высота 1410 м) слагает северную часть хребта. Он представляет собой нарушенный экзарацией, лишенный вершины конус с углами наклона склонов 15-20°. Диаметр его основания 13-15 км, относительное превышение 1400 м. Склоны образованы эффузивно-пирокластической фацией вулкана. В стенах пересекающих их трогов обнажается переслаивание оливиновых, оливин-пироксеновых базальтов с прослоями пирокластических. Мощность отдельных потоков не более 2-3 м. Количество пирокластического материала (псефитовые лапиллиевые базальтовые туфы), составляющее в нижней части разреза 20-25%, в привершин-

## ных базальтов Срединного хребта

## Химический состав нижнечетвертич

Окислы	Номер				
	2506	424	34II	1558	338I/I
	I	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	50,46	51,48	52,40	52,44	52,48
TiO <sub>2</sub>	1,08	1,30	1,28	1,11	1,38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,36	15,89	16,49	16,44	16,53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,85	2,02	3,99	3,41	4,58
FeO	7,07	6,66	5,32	5,45	5,15
MnO	0,17	0,15	0,15	0,17	0,22
MgO	10,48	6,98	6,17	7,18	6,21
CaO	9,31	8,36	8,64	8,64	7,96
Na <sub>2</sub> O	2,50	3,50	3,02	3,00	3,50
K <sub>2</sub> O	1,00	1,05	1,07	1,03	1,17
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0,16	0,15	0,14	0,18
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,26	0,68	0,69	0,60	0,49
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,10	0,11	0,26	0,04	0,11
SO <sub>3</sub>	0,10	0,12	0,14	0,07	0,01
CO <sub>2</sub>	0,02	0,02	0,04	0,01	0,04
LiO <sub>2</sub>	0,007	0,006	0,009	0,007	0,01
Сумма	99,90	99,49	99,82	99,74	100,02

П р и м е ч а н и е. Анализы выполнены в ЦЛ КИГО аналитиком  
 верхний берег оз.Белое, 2,3 - верховье р.Вольшая, 4,6,7 (дайка),  
 правый берег р.Белой (отм.300,1 м), 10 - левый берег р.Большой,

## образца, пробы

1602	1582	3417	1549	3397-6	1584	1589
6	7	8	9	10	11	12
52,78	53,22	53,31	53,34	54,06	54,80	54,98
1,03	2,19	1,58	1,11	1,16	0,89	1,16
16,90	16,37	16,61	16,28	16,52	15,51	16,52
3,57	5,13	4,45	4,82	5,40	3,81	3,39
5,19	6,06	4,22	4,10	3,11	4,04	4,89
0,16	0,18	0,16	0,18	0,16	0,16	0,18
7,22	3,27	6,41	7,14	6,45	6,69	5,64
8,41	8,69	7,96	8,30	8,24	8,86	7,74
2,87	2,50	3,25	2,90	3,12	3,05	3,25
0,83	1,25	1,17	0,83	1,07	1,02	1,25
0,12	0,26	0,15	0,12	0,11	0,12	0,14
0,40	0,42	0,49	0,59	0,31	0,47	0,44
0,26	0,39	0,05	0,17	0,16	0,13	0,12
0,03	0,10	0,02	0,01	0,02	0,14	0,10
0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
0,008	0,008	0,009	0,009	0,008	0,008	0,011
99,80	100,06	99,86	99,91	99,92	99,72	99,83

Г.И.Телятниковой. I-12 - базальты и андезиты-базальты: I - се-  
 8 - левый берег р.Белой, 5 - бассейн рек Белой, Большой, 9 -  
 11 - левый берег р.Белой, 12 - хребет Черный (отм.719,9 м).

ной части вулкана уменьшается. Мощность пирокластических слоев не превышает 5 м, лишь на западных склонах отмечены слои туфов мощностью до 20 м. Вершинная часть вулкана характеризуется лавовым разрезом, наиболее молодые потоки в котором представлены трахибазальтами и амфиболсодержащими андезито-базальтами. Общая мощность эффузивно-пирокластических образований вулкана не более 1000 м.

Южная часть хребта образована округлой в плане постройкой влк. Заречного (высота 653 м). Диаметр его основания 7-8 км. Он представляет собой относительно невысокий (около 650 м) усеченный конус. Его вершину венчает сомма, открытая на юго-восток, диаметром 3x4 км. Внутри соммы находится конус, на вершине которого наблюдается концентричный сомме обширный кратер диаметром 2 км. Склоны и вершинная часть вулкана сильно залесены. На аэрофотоснимках на них видны следы ледниковой обработки и остатки морен верхнеплейстоценового оледенения.

По степени сохранности отрицательных форм можно судить об относительной молодости их образования по отношению ко времени образования Харчинского вулкана. В редких обнажениях склонов отмечаются типичные и для Харчинского вулкана эффузивно-пирокластические переслаивания базальтов и их туфов. Их общая мощность не более 400 м.

Оливиновые, пироксен-оливиновые базальты имеют порфировую, сериально-порфировую, реже афировую структуры. Структура основной массы интерсертальная. Вкрапленники (30-40%) содержат выделения оливина (15%) и короткопризматические кристаллы моноклинного пироксена, который иногда отсутствует. Для оливина характерны замещения глинисто-рудным материалом. Кроме цветных минералов в породе присутствуют фенокристаллы андезин-лабрадора (до 10%) размером 0,5-0,1 мм. Основная масса состоит из агрегатов мелкозернистого пироксена и оливина, рудного минерала и рассеянных минералов плагиоклаза.

В оливин-пироксеновых базальтах вкрапленники составляют до 50-70% объема породы. Они представлены (в %): пироксеном - 30-35, оливином - 10-15, плагиоклазом - 15-20. Размеры вкрапленников 0,5-3,0 мм. Структура основной массы микроклеритовая. В ней отмечен тридимит.

Трахибазальты близки по составу вкрапленников оливин-пироксеновым базальтам, но отличаются составом и структурой основной массы, образованы микролитами плагиоклаза с каймой калишпата, редкими зернами рудного, пироксена, оливина, ксеноморфных обо-

сблений калишпата. Среди акцессорных минералов отмечены апатит, тридимит, биотит.

В порфировых выделениях андезито-базальтов присутствуют (в %): плагиоклаз - 25, ромбический и моноклинный пироксены - 6-7, оливин - 1-2, роговая обманка - 8-9. Пироксен и оливин образуют сравнительно крупные 1-3 мм вкрапленники, плагиоклаз и роговая обманка представлены мелкими (доли миллиметра) фенокристаллами.

Все разновидности пород характеризуются общим набором акцессорных минералов: цирконом, рутилом, шпинелью /II/.

Отличительной особенностью (табл.2) базальтов стратовулканов Харчинского хребта является низкое содержание глинозема (среднее 14,1%, минимальное 11,7%) и довольно высокое - окиси магния (в среднем 9,5%). Содержание щелочей при довольно большой основности пород характеризует базальты как насыщенные и пересыщенные, по А.Н.Заварицкому, щелочами. Среднее содержание  $K_2O$  в базальтах составляет 1,64% и достигает 2,76%. Базальты образуют довольно широкий ряд пород, дифференцированный по щелочности от пород с нормальным содержанием щелочей к субщелочным.

Среднечетвертичный возраст стратовулканов предполагается авторами по следующим данным: постройки, сохраняя черты первичного рельефа, несут следы интенсивной верхнеплейстоценовой ледниковой экзарации. Результаты анализа палеомагнитных проб из разрезов обоих вулканов позволяют В.В.Гернику уверенно отнести возраст пород к эпохе Брннеса (0,0-0,7 млн. лет по шкале Кокса).

Более молодые вулканогенные образования участвуют главным образом в строении Ключевской вулканической группы и лишь в незначительном объеме встречены в Срединном и Харчинском хребтах. Морфологически Ключевская группа на площади листа представляет собой единый орографический элемент - многовершинный массив на едином коническом постаменте. Такой рельеф отражает особенности ее геологического строения, которые заключаются в отсутствии значительных перерывов в интенсивной вулканической аккумуляции. Следствием этого является значительная условность в выделении стратиграфических подразделений в плейстоцене и голоцене.

#### С р е д н е е - в е р х н е е з в е н ь я

Средне-верхнечетвертичные базальты, андезито-базальты, их туфы и туфобрекчи стадии первого и второго оледенения ( $\beta Q_{II-III}$ ) слагают нижнюю часть громадного основания конуса вулканической

Химический состав пород Харчин

Оксиды	Номер					
	5606-B	I-M	668-M	560I-B	28I7/4	3456
	I	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	49,52	50,40	50,40	50,82	51,22	51,22
TiO <sub>2</sub>	0,89	1,03	0,93	0,75	1,12	1,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,94	15,50	13,64	14,46	14,32	13,05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,00	7,03	4,16	4,84	3,91	6,98
FeO	5,20	2,73	5,01	4,37	5,39	1,91
MnO	0,18	0,18	0,13	0,17	0,19	0,18
MgO	12,05	7,89	9,08	10,80	8,99	7,78
CaO	9,26	10,90	11,24	9,49	9,81	9,36
Na <sub>2</sub> O	2,85	1,52	2,93	2,88	3,00	3,50
K <sub>2</sub> O	1,04	2,50	0,97	1,08	1,12	2,40
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,20	0,17	0,22	0,17	0,31	0,47
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,16	0,20	0,52	0,10	0,30	1,16
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,24	0,12	0,98	0,24	0,01	0,35
SO <sub>3</sub>	-	-	-	-	0,12	0,13
CO <sub>2</sub>	-	-	-	-	0,06	0,25
Li <sub>2</sub> O	-	-	-	-	0,007	0,01
Сумма	99,53	100,17	100,21	100,17	99,88	99,86

Примечание. Анализы I,4,9 из колл. О.Н.Волынца  
анализы 5,6,10,11,12 - в ЦЛ КИГО аналитиком М.И.Яценко, 2,3,8  
часть постройки со стороны с.Харчино, 2 - нижняя часть постройки,  
чино, 5 - восточный склон, основание разреза; 6 - трахибазальт,  
постройки; 8-II - субвулканическое тело на вершине: 8 - амфибол  
II - андезито-базальт, вершинный пик; 12 - андезито-базальт,

Таблица 2

ского хребта, влк.Харчинский (р.г.)

образца, пробы						
6-Э	7-M	5612-B	1639	2820	1636	8-Э
7	8	9	10	11	12	13
51,66	51,80	52,54	52,90	53,44	54,44	56,81
0,87	0,79	0,80	0,98	0,93	1,08	0,66
13,52	13,91	14,42	11,76	12,00	16,64	15,77
3,67	4,66	5,46	8,23	2,76	3,99	5,54
6,07	2,87	2,07	1,94	5,96	5,03	1,79
0,16	0,14	0,16	0,19	0,21	0,19	0,14
8,43	9,16	8,47	12,22	12,05	4,76	5,70
9,89	8,80	7,92	6,79	8,64	8,69	7,87
3,24	3,52	3,72	2,50	2,25	3,00	3,88
1,35	2,41	2,67	1,00	1,05	1,38	1,68
0,12	0,30	0,29	0,28	0,24	0,30	0,52
0,41	0,97	0,74	0,62	0,08	0,33	0,13
0,02	0,96	0,44	0,33	0,12	0,01	0,02
-	-	-	0,13	0,13	Н.о.	-
0,50	-	-	0,07	0,02	0,05	-
-	-	-	0,008	0,009	0,008	-
99,91	100,29	99,70	99,95	99,89	99,90	100,51

выполнены в лаборатории ИВ ДВНЦ аналитиком Т.В.Долговой /II/,  
из колл. А.А.Меняйлова /II/. I-5, 7 - базальты: I - средняя  
3 - западный склон, дайка, 4 - основание разреза со стороны Хар-  
северо-западный склон, верхняя часть разреза; 7 - средняя часть  
содержащий базальт, 9 - андезито-базальт, 10 - андезито-базальт,  
СЗ склон вулкана; 13 - андезит, верхняя часть разреза

Продолжение табл.2

Химический состав пород Харчинского хребта

Оксиды	Влк.Заречный (βQ <sub>II</sub> )				Ареальный вулканизм Харчинского хребта (βQ <sub>III</sub> )	
	5-3	4-М	1694	3472	2-3	3447
	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	49,60	50,92	53,90	60,14	50,49	52,30
TiO <sub>2</sub>	0,96	0,87	1,00	0,73	0,90	1,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,16	12,92	12,86	14,36	11,23	12,61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,36	2,69	3,04	5,23	4,69	3,31
FeO	5,54	7,05	6,25	1,15	5,85	6,54
MnO	0,18	0,17	0,21	0,14	0,19	0,21
MgO	12,11	10,36	9,92	4,47	10,67	9,94
CaO	9,87	10,28	9,08	6,56	10,09	9,65
Na <sub>2</sub> O	2,70	2,63	2,00	4,00	2,91	2,50
K <sub>2</sub> O	1,20	1,33	1,12	1,75	1,11	1,37
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,31	0,27	0,24	0,18	0,80	0,27
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,24	0,02	0,35	0,68	0,10	0,20
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,28	0,20	0,02	0,17	0,02	0,09
SO <sub>3</sub>	-	-	0,04	0,19	-	0,14
CO <sub>2</sub>	-	-	0,05	0,09	0,40	0,05
Li <sub>2</sub> O	-	-	0,009	0,007	-	0,008
Сумма	99,51	99,71	100,09	99,85	99,45	100,19

Примечание. Анализы 3,4,6 выполнены в ЦЛ КИГО М.И.Яценко, 1,2 - базальты: 1 - из колл. Ф.Ш.Кутнева /II/, 2 - из колл. А.А.Мелайлова /II/; 3 - андезито-базальт, южные склоны вулкана; 4 - роговообманковый андезит, экструзия внутри соммы; 5 - базальт, шлаковые конусы на северном подножье Харчинского хребта, 6 - андезито-базальт, шлаковые конусы на берегах Харчинского озера

группы до абсолютной высоты 1000, 1500, 2000 м. Их разрозненные обнажения встречаются по периферии конуса с диаметром 60-80 км на площади около 2300 км<sup>2</sup>.

Лавовые потоки вскрываются на наиболее низких гипсометрических отметках под верхнеплейстоценовыми ледниковыми отложениями. Более поздние верхнеплейстоценовые излияния перекрывают их.

Комплекс пород неоднороден. Характер его разреза меняется по составу снизу вверх. К наиболее нижней части видимого разреза этих образований отнесены афировые и оливин-пироксеновые базальты, вскрывающиеся в глубоких эрозионных врезках на западных склонах сопот Плоская Ближняя и Плоская Дальняя, в долинах сухих рек Козыревской, Рыбразводской и Ушковской. Мощность отдельных потоков I-I,5 м. В целом же их максимальная видимая мощность составляет 200 м. Она отмечена в правом борту долины ледника Светлого.

Стратиграфически выше залегают довольно однотипные лавы, отличающиеся мега- и мезоплагиофировой структурой. Они повсеместно легко выделяются благодаря этой петрографической особенности. Все исследователи, проводившие площадные исследования в районе вулканической группы, относили их к толще основания /I,7,13,14/. Они слагают пачки базальтовых покровов (без прослоев пирокластике) мощностью 4-5 м, которые обнажаются в средних и нижних течениях сухих рек у западных склонов группы, вскрываются на берегах р.Камчатки, в изолированных выходах основания Ключевского вулкана. Покровы залегают периклинально относительно центра, совпадающего в плане с вершинами более поздних вулканов сопот Плоских. На влк.Плоский Дальний эти лавы вскрыты на высоте 2500 м.

Ряд авторов объясняет широкое распространение этих лав однородного петрографического и химического состава существованием громадного единого щитового "правулкана" на ранней стадии развития вулканической группы /7,27/.

Общая максимальная мощность средне-верхнечетвертичных вулканитов около 2000 м.

Оливин-плагиоклазовые базальты имеют порфириковую структуру. Структура основной массы интерсердальная. Фенокристаллы (20-25%) представлены плагиоклазом-лабрадором (15%) и оливином. Размеры кристаллов плагиоклазов I,6-3 м.

Афировые базальты имеют гялопилитовую или интерсердальную структуру. В единичных вкрапленниках отмечены плагиоклаз и оливин.

## Химический состав средне-верхнечетвертичных

Оксиды	Номер				
	1010-Ф	2714-Е	2718/1 Е	674-Э	2299-Е
	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	49,58	50,68	50,70	50,72	50,96
TiO <sub>2</sub>	1,00	1,14	1,16	0,94	0,82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,36	15,51	16,63	19,00	18,23
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,89	3,87	5,41	2,89	5,94
FeO	6,29	6,09	4,97	5,30	4,25
MnO	0,19	0,17	0,14	0,23	0,16
MgO	8,10	8,25	7,21	5,25	4,72
CaO	10,14	9,52	8,98	10,70	10,16
Na <sub>2</sub> O	2,70	2,90	3,08	3,26	3,11
K <sub>2</sub> O	1,28	1,19	1,33	1,18	1,14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,28	0,28	0,30	0,26	0,32
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,28	0,57	0,36	0,39	0,27
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,40	0,02	0,06	0,05	0,04
SO <sub>3</sub>	-	-	-	-	-
CO <sub>2</sub>	-	-	-	-	-
LiO <sub>2</sub>	-	-	-	-	-
Сумма	100,49	100,19	100,33	100,17	100,12

Примечание. Анализ 1 из колл. Г.Б.Флерова, аналитик Т.В.Долгова, анализы 4,5,8,9,12,18 из колл. А.Н.Сирина /17/: анализы 7,11,13,14,15,17 выполнены аналитиком А.И.Ильиных, 16 - верховье Козыревской Сухой речки; 2,3 - долина ледника Желтый: зальт; 4 - мегаллагиофирный базальт, долина р.Дульченок, 5 - зальт, левый борт Ушковской Сухой речки; 7,8 - мегаллагиофирные Сухой; 9 - субафирный андезит-базальт, долина ледника Жел подножье Плоской Дальней; 11 - мегаллагиофирный андезит-базальт, 12 - афирный андезит-базальт, 13 - плагиоандезит-базальт; р.Мал.Хапица, 15 - берег р.Камчатки, в районе пос.Майского, 16 - Бильченок.

Таблица 3

пород Ключевской вулканической группы ( $\beta\alpha_{I-II}$ ,  $\beta\alpha_{III}^2$ )

образца, пробы						
3685	703-Э	704-Э	2749-Е	1897	717-Э	3574
6	7	8	9	10	11	12
51,42	52,08	52,10	52,12	52,34	52,46	52,83
1,39	1,03	1,16	1,60	1,08	0,98	1,39
17,07	20,24	20,23	16,62	15,88	17,81	17,71
5,19	6,70	4,06	5,48	4,19	2,95	3,73
4,50	2,38	4,11	5,01	5,03	5,65	5,44
0,18	0,26	0,24	0,17	0,19	0,13	0,17
6,13	4,05	5,01	4,00	7,98	5,29	5,44
9,03	8,08	8,62	8,58	9,31	9,65	8,58
3,05	3,90	3,61	3,94	2,50	3,49	2,61
1,17	1,40	1,05	2,12	0,67	1,52	1,03
0,20	-	-	0,50	0,09	0,23	0,18
0,32	0,07	0,07	0,68	0,08	0,03	0,06
0,11	0,05	0,05	0,08	0,38	-	0,44
0,07	-	-	-	0,07	-	0,06
0,02	-	-	-	0,04	-	0,04
0,009	-	-	-	0,009	-	0,009
99,86	100,24	100,31	100,90	99,84	100,19	99,78

Н.Р.Гусакова, анализы 2,3,6,10 из колл. В.А.Ермакова, аналитик 4,5,12,8, аналитик Л.А.Башарина, 8,9 - аналитик В.С.Скорохова, аналитиком М.М.Яценко в ЦЛ КИГО. 1 - оливин-пироксеновый базальт, 2 - мезоплагиофирный базальт, 3 - пироксен-плагиоклазовый базальт, 33 склон Плоского, 6 - афирный андезит-базальт: 7 - долина р.Ключевской, 8 - долина р.Козырев-тый; 10 - оливин-пироксеновый плагио-андезит-базальт, южное долина р.Дульченок; 12,13 - верховье Козыревской Сухой речки; 14,15,16 - мегаллагиофирные андезит-базальты: 14 - прав.борт верховье Козыревской Сухой речки; 17 - андезит-базальт, плато

Продолжение табл.3

Окислы	Номер образца, пробы				
	3595	3739/1	1710	1765	770-9
	I3	I4	I5	I6	I7
SiO <sub>2</sub>	52,96	53,34	53,64	54,02	55,32
TiO <sub>2</sub>	1,28	1,28	1,50	1,50	1,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,02	16,10	16,21	17,18	16,96
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,65	3,90	4,08	3,52	3,68
FeO	6,42	6,05	6,03	3,42	5,30
MnO	0,18	0,17	0,19	0,17	0,20
MgO	5,76	5,56	4,35	4,64	3,48
CaO	7,85	7,85	7,68	8,86	8,51
Na <sub>2</sub> O	2,70	2,83	3,30	2,85	3,46
K <sub>2</sub> O	1,20	1,80	1,75	1,62	2,13
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	0,19	0,49	0,49	0,37
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,61	0,62	0,51	0,37	0,40
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,03	0,04	0,01	0,24	0,09
SO <sub>3</sub>	0,03	0,08	0,13	0,10	-
CO <sub>2</sub>	0,02	0,04	0,02	0,13	-
LiO <sub>2</sub>	0,006	0,006	0,008	0,009	-
Сумма	99,84	99,86	99,90	99,20	101,00

Оливин-пироксеновые базальты характеризуются порфировой, сериально-порфировой структурой и интерсертальной, микроделеритовой структурой основной массы. Вкрапленники (в %) - 25-30 представлены оливином - 10-12, пироксеном - 6-8, плагиоклазом - 10. Оливин и моноклинный пироксен наблюдаются в зернах размером 0,8-1 мм. Плагиоклаз-лабрадор формирует мелкие (0,8 мм) кристаллы.

Мега- и мезоплагифирированные базальты, андезитовые базальты темные, почти черные пористые породы. Структура основной массы гиалопилитовая, интерсертальная. Вкрапленники (до 30%) сложены главным образом андезитом-лабрадором с длиной призм от 0,3 до 3 см. Оливин и пироксен (менее 10%) наблюдаются в мелких - до 1 мм кристаллах. Иногда темноцветные минералы во вкрапленниках отсутствуют. В интерстициях основной массы присутствует тридимит.

В петрохимическом отношении свойства базальтоидов (табл.3, анализы I, 6-8, 10, 12-18) изменяются в довольно широких пределах. В целом они относятся к породам нормального известково-щелочного ряда с резким преобладанием Na над K, близки серии Ласенк-Пик. Однако отмечается вверх по намеченному разрезу некоторое уменьшение основности пород, увеличение щелочности. Для средних частей разреза мега- и мезоплагифирированных базальтов отмечено повышение глинозёмистости (содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> составляет 18-20%) и известковистости.

Их возраст определяется на основании следующих материалов. Палеомагнитными исследованиями в низах видимого лавового разреза инверсии не установлено /12/. Результаты анализа позволяют отнести эти породы к эпохе Брунеса по шкале Кокса (моложе 0,7 млн.лет). Образования несут следы позднеплейстоценовой экзарации и перекрыты ледниковыми отложениями второй стадии оледенения. Наряду с этим, относительно хорошая сохранность рельефа не позволяет отнести их к нижнему плейстоцену.

#### Верхнее звено

Верхнечетвертичные базальты, андезитовые базальты, их шлаки (p<sub>CHII</sub><sup>2</sup>) первой стадии второго оледенения выделяются с большой степенью условности на западных и северных склонах Плоских сопков на отметках от 1000 до 2500 м. Вулканы, вскрывающиеся здесь, слагают более высокие стратиграфические уровни средне-верхнечетвертичного щитового "правулкана". Их граница проводится

по смене однородных мегаплагиофировых базальтов основания эффузивными переслаиваниями базальтов различного петрографического состава: мезоплагиофировых, микроплагиофировых, афировых, оливин-пироксеновых, оливин-плагиоклазовых. Потоки маломощны: от 1,5-3,5 до 8 м, иногда среди них отмечаются редкие маломощные прослои пирокластики (0,5-0,8 м).

В среднем течении р. Бильченок в обрывах каньона обнажаются (снизу вверх) /7/:

1. Грубо переслаивающиеся (2-7 м) плагиопорфирные базальты и пирокластики . . . . . 60 м
  2. Переслаивающиеся (3-8 м) афировые, оливин-плагиоклазовые базальты . . . . . 80 м
  3. Серия пироксен-плагиоклазовых базальтов . . . . . 35 м
- Общая мощность 175 м.

Пирокластические прослои быстро выклиниваются. Разновидности лавовых потоков сменяют друг друга не только вверх по разрезу, но и по простиранию. Наиболее мощный разрез (550-600 м) этих образований отмечен в каньоне Ушковского ледника /7/.

Петрографические разновидности базальтов рассмотренной толщи встречаются и среди более нижних средне-верхнечетвертичных образований. Но в ней характерные для основания Ключевской группы мега- и мезоплагиофировые базальты не преобладают, а находятся в равномерном переслаивании с базальтами иного состава. В петрохимическом отношении совокупность охарактеризованных базальтов представляет собой единую эволюционную группу с базальтами основания, отличаясь от последних уменьшением основности, увеличением щелочности (см. табл. 3, анализы 2-5, 9, II). Это косвенно подтверждает вывод о генетическом единстве базальтов основания и базальтов, формировавшихся на заключительных стадиях развития древнего щитового вулкана. Они несут следы позднеплейстоценовой ледниковой экзарации и перекрыты верхнечетвертичными вулканитами межледниковой стадии второго оледенения. В связи с этим возраст условно принимается позднеплейстоценовым I-й стадией второго оледенения.

Верхнечетвертичные базальты, андезито-базальты, андезиты, их туфы, шлаки периода межледниковой стадии второго оледенения ( $3Q_{III}^2$ ) слагают крутосклонную коническую вершину Плоских сопок, поля побочных излияний на западных склонах Ключевской группы и поля ареального вулканизма в пределах Харчинского хребта.

Вулканы Дальней и Ближней Плоских сопок формируют единый вулканический конус к западу от Ключевского вулкана (высоты

4108 и 3943 м). Его нижняя граница проходит на высотах 2000-2500 м, относительное превышение его вершинной части составляет 2000-2100 м на севере, 1300-1500 м на юго-западе. Диаметр основания 14-15 км. Крутизна склонов 20-35°. На вершине наблюдаются две эксцентричные кальдеры диаметрами 5,5 и 3,5 км, которые заняты ледниками. Строение конуса неоднородно. В основании северного и северо-восточного его секторов наблюдается переслаивание сравнительно плотно сцементированных псефитовых литокластических туфов и оливин-пироксеновых базальтов. Мощность слоев в переслаивании 2-3-5 м. В верхних частях видимого разреза лавы преобладают над пирокластикой. Максимальная видимая мощность в долине ледника Желтого и в крутых стенках к западу от влк. Среднего 500 м. Потоки слагают часть склона, тяготеющую к вершине Дальней Плоской. Здесь наблюдается довольно монотонное наложение оливин-пироксеновых, оливин-плагиоклазовых, оливин-пироксен-плагиоклазовых базальтов с маломощными прослоями тефры. Углы падения слоев в разрезах согласно склонам и составляют 20-30°. Видимая мощность эффузивных серий 200-250 м. Мощность отдельных потоков не превышает 2-3 м. Эффузивно-пирокластические образования пронизаны многочисленными дайками, штоками, вскрывающимися в барранкосах, прорезающих склоны Плоских сопок.

Северные и южные склоны конуса бронированы базальтами голоценового возраста, связанными с секущей массив Плоских сопок трещинной вулканической зоной. С ее деятельностью, видимо, связано образование отрицательных форм усеченной вершины конуса, в строении которой также установлены голоценовые базальты.

Продукты побочных излияний на западных склонах Плоских сопок принимают участие в строении нижней части - пьедестала Ключевской группы, и, возможно, представляют собой позднейшую фазу деятельности щитового "правулкана". Центры этих излияний (группы шлаковых конусов) расположены примерно на одном гипсометрическом уровне 800-1000 м. Лавовые потоки, спускаясь в отдельных случаях почти до р. Камчатки, образуют поля площадью 25-100 км<sup>2</sup>, мощностью (видимой) до 100 м на междуречьях Козыревской и Рыбразводской Сухих, Рыбразводской и Ушковской, Ушковской и Бильченок. Шлаковые конусы довольно хорошо сохранились. Наиболее крупные из них имеют высоту 100 м, диаметр около 1 км, иногда кратерную воронку на вершине. Потоки и их границы отчетливо дешифрируются на аэрофотоснимках. Наиболее крупное поле расположено на междуречье Ушковской Сухой и Бильченок. Оно сформировано излияниями примерно из шести-восьми центров, которые,

группируясь, образуют на склоне возвышенность (район высоты 950 м). Потоки длиной свыше 10 км сложены мезоплагифирированными, микроплагифирированными и афировыми базальтами, реже андезитобазальтами.

Ареальные излияния Харчинского хребта формируют лавовые поля площадью 10–20 км<sup>2</sup> на северо-восточном и южном берегах Харчинского озера и на северных склонах хребта. Цепочка шлаковых конусов тянется вдоль его западных склонов. Эти образования залесены, плохо обнажены. Лавовые потоки очень короткие – до 1 км, сложены оливин-пироксеновыми базальтами. Шлаковые конусы сохранились плохо, имеют форму куполовидных возвышенностей с относительной высотой 100 м и диаметром основания до 500 м. Определенной закономерности в их расположении не наблюдается. Десятки этих образований на берегах Харчинского озера формируют холмистые равнины, возвышающиеся над окружающими полями озерно-болотных отложений на 100–150 м.

По петрографическому составу базальты могут быть разделены на плагипорфирные и оливин-пироксеновые. Первые характерны для побочных излияний зоны подножия Плоских сопок. Они близки лавам "правулкана" /7/. Вторые очень типичны для продуктов ареального вулканизма Харчинского хребта. Эффузивы конуса Плоских сопок имеют промежуточный состав: наряду с оливин-пироксеновыми здесь отмечаются оливин-плаггиоклазовые и оливин-пироксен-плаггиоклазовые базальты. Состав базальтов сходен с аналогичными породами более ранних четвертичных подразделений Ключевской группы.

По петрохимическим свойствам рассмотренные вулканы подразделяются на базальты Харчинского хребта и базальты Ключевской группы (табл.3,4,5). Первые весьма близки среднечетвертичным базальтам Харчинского и Заречного вулканов повышенной магнетиальностью и щелочностью.

Лавы побочных извержений Плоских сопок по химическому составу являются аналогами высокоглиноземистых и высокоизвестковистых средне-верхнечетвертичных лав основания Ключевской группы, а эффузивы конуса Плоских сопок занимает промежуточное положение по химическому составу между лавами верхней и средней частей разреза щитового вулкана основания.

Возраст охарактеризованных вулканических образований принят на основании следующих данных: они занимают более высокое стратиграфическое положение, чем иные образования средне-верхнечетвертичного возраста, сохранность вулканического рельефа относительно более

Таблица 4

Химический состав верхнеплейстоценовых лав шлаковых конусов на склонах Плоских сопок ( $\beta Q_{III}^3$ )

Окислы	Номер образца, пробы		
	3655	785-Э	1811
	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	54,66	56,35	58,72
TiO <sub>2</sub>	1,33	1,20	1,39
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,88	17,16	16,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,84	2,25	2,15
FeO	4,41	6,28	5,46
MnO	0,17	0,17	0,20
MgO	3,79	3,10	2,54
CaO	7,68	6,53	5,38
Na <sub>2</sub> O	3,44	4,13	3,85
K <sub>2</sub> O	1,50	2,45	1,87
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	0,60	0,28
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,55	0,13	0,22
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,05	-	0,68
SO <sub>3</sub>	0,35	-	0,10
CO <sub>2</sub>	Н.о.	-	0,09
Li <sub>2</sub> O	0,005	-	0,01
Сумма	99,81	100,35	99,74

Примечание. Анализы 1, 3 выполнены аналитиком А.И.Ильиных в ЦЛ КПО, 3 – из колл. А.Н.Сирина /17/, аналитик Л.А.Башарина. 1 – мезоплагифирированный андезитобазальт, плато Бельченок; 2 – андезит, поток шлакового конуса "Корона"; 3 – андезит, верховье Рыбразводской Сухой речки.

Таблица 5  
Химический состав пород влк. Плоских сопок ( $\beta Q_{III}^3$ )

Оксиды	Номер образца, пробы						
	680-Э	682-Э	3688	1012-Ф	4022	875-Э	480-С
	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	51,01	51,09	51,12	53,02	53,88	57,53	59,74
TiO <sub>2</sub>	1,52	1,19	1,08	1,30	1,11	0,93	0,77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,81	18,18	16,03	13,05	17,02	18,87	18,77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,04	1,49	4,09	4,39	2,69	7,22	5,07
FeO	2,75	6,30	6,02	5,60	6,49	0,45	0,95
MnO	0,24	0,23	0,19	0,19	0,18	0,36	0,16
MgO	4,86	6,70	7,34	8,10	4,96	2,69	2,14
CaO	8,46	10,18	10,21	8,93	7,29	6,70	6,56
Na <sub>2</sub> O	3,78	3,02	2,00	3,05	3,37	4,76	4,05
K <sub>2</sub> O	1,32	1,16	0,93	1,36	1,50	0,91	1,65
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	0,21	0,15	0,28	0,16	-	-
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,54	0,18	0,36	0,11	0,70	0,30	0,20
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,29	0,03	0,03	0,32	0,03	0,01	0,17
SO <sub>3</sub>	-	-	0,21	-	0,41	-	-
CO <sub>2</sub>	-	-	0,02	-	0,02	-	-
ClO <sub>2</sub>	-	-	0,009	-	0,006	-	-
Сумма	100,62	99,96	99,79	99,7	99,82	100,73	100,23

Примечание. Анализы образцов 1,2,6,7 из колл. А.Н.Сирина /17/, 4 - из колл. Г.Б.Флерова выполнены в лаборатории ИВ ДВНЦ: 1,6 - аналитиком В.С.Скороховой; 2 - Л.А.Башариной, 7 - Л.С.Мазановой, 4 - Н.Р.Гусаковой. Анализы 3,5 выполнены в ЦЛ КИГО аналитиком А.И.Ильиных. 1,2,3 - оливин-пироксеновые базальты: 1 - дайка, левый борт долины ледника Желтый; 2 - конус Ближней Плоской; 3 - верховье Ушковской Сухой речки; 4 - андезит-базальт, юго-западный склон Ближней Плоской, 5 - андезит-базальт, дайка среди туфов, долина ледника Желтый, отм. около 2500 м; 6 - туф, северный склон влк. Плоский, долина ледника Желтый; 7 - роговообманковый андезит, вершина конуса Ближняя Плоская.

высокая, чем подстилающих отложений. Наряду с этим они несут следы ледниковой экзарации поздней стадии позднеплейстоценового оледенения и перекрыты отложениями этого оледенения.

Верхнечетвертичные ледниковые и водно-ледниковые отложения первой стадии горно-долинного оледенения ( $Q_{III}^2$ ) распространены в Срединном хребте на левобережье р.Камчатки, плащом перекрывая водораздельные пространства и образуя равнины в долинах рек Киревны, Белой, Половинной и вдоль подножия хребта. Отложения на площади листа залесены и практически не обнажены, вскрываются лишь горными выработками.

Собственно ледниковые отложения представлены неслоистой толщей валунно-галечного материала с суглинистым заполнителем, составляющим до 50% объема породы. Валунь базальтов, андезитов имеют размер до 0,5 м, редко более. Окатанность средняя и плохая. Заполнитель суглинистый, песчаный и алевроитовый. Вот характерный разрез в шурфе на левобережье р.Киревны (сверху вниз):

1. Почвенно-пирокластический чехол . . . . . 0,7м
  2. Супесь бурого, светло-серого цвета . . . . . 0,1"
  3. Супесь темно-серая . . . . . 0,7"
  4. Несортированный валунно-галечный материал с глинистым заполнителем (30%); обломки слабо окатаны, их размер до 0,4 м . . . . . 0,7"
- Вскрытая мощность 2,2 м.

Мощность ледниковых отложений изменяется от первых метров на водораздельных пространствах до 40 м (по гипсометрии) в долинах. В зависимости от мощности меняется и рельеф моренных отложений. На водоразделах и склонах он не имеет тех форм, которые присущи холмисто-западинным равнинам в долине р.Киревны или Белой.

Водно-ледниковые отложения окаймляют поля ледниковых образований в нижних частях долин левых притоков р.Камчатки, где они обнажаются в уступах высоких террас. В составе отложений слабослоистый валунно-галечный материал с супесчаным заполнителем. Окатанность обломков эффузивов средняя. Размер валунов 0,2-0,3 м, редко до 0,5 м. Отмечаются прослойки темно-серых супесей.

Довольно мощный разрез водно-ледниковых отложений описан (сверху вниз) на правобережье р.Киревны:

1. Почвенно-растительный слой . . . . . 0,2м
2. Супесь темно-серая . . . . . 1,8"
3. Валунно-галечные отложения с супесчаным заполнителем . . . . . 10,5"

4. Суглинки темно-серые . . . . . 0,2м
5. Валунно-галечные отложения . . . . . 1,6"
6. Суглинки темно-серые . . . . . 0,2"
7. Валунно-галечные отложения . . . . . 1,5"
8. Суглинки . . . . . 0,2"
9. Валунно-галечные отложения . . . . . 8,8"

Вскрытая мощность 25 м.

Мощность водно-ледниковых отложений по гипсометрическим отметкам предполагается 30-35 м.

Рассмотренные отложения сопоставляются с образованиями ранней стадии позднечетвертичного оледенения. Эти отложения перекрывают в бассейне р. Половинной средне-верхнечетвертичные образования и не связаны с возможными центрами поздней стадии горнодолинного оледенения. /38/.

Верхнечетвертичные межледниковые аллювиальные отложения ( $Q_{III}^3$ ) выделены на правом берегу р. Камчатки. Небольшие поля этих отложений (1-2 км<sup>2</sup>) обнажаются вдоль берега на протяжении 10 км в обрывах высоких (уровень 15-20 м) речных террас. В их составе преобладают супеси, пески, галечники. У северной окраины свх. Козыревский вскрываются отложения (сверху вниз):

1. Почвенно-растительный слой . . . . . 0,2м
2. Алевроитовый материал с линзами погребенной почвы и пепла до 1 см толщиной . . . . . 1,3"
3. Алевроитовый материал с горизонтальной слоистостью. Мощность слоев, отличающихся серым палевым цветом, от 5 до 25 см . . . . . 0,5"
4. Супесь серая . . . . . 0,9"
5. Переслаивающиеся (2-20 см) тонкозернистый песок и буроватый алевроит . . . . . 10"

Мощность 12,9 м.

Непосредственно под слоем 5 обнажаются лавы подножия Ключевской группы.

В 3 км на северо-восток от свх. Козыревский обнажаются более нижние слои этих отложений (сверху вниз):

1. Переслаивающиеся (5-20 см) темно-серые среднезернистый и грубозернистый пески . . . . . 1 м
2. Мелкий галечник с грубозернистым песчаным заполнителем . . . . . 1 "
3. Крупногалечный материал. Обломки хорошей и средней окатанности представлены плагиофировыми базальтами . . . . . 1,5"

Видимая мощность 3,5 м.

Мощность отложений достигает 20 м. Разрез этих отложений охарактеризован палинологически. По материалам В.К. Сорокиной, опробованные отложения делятся на два горизонта: верхний (0-1,5 м) и нижний (1,5-14 м). Спорово-пыльцевые спектры нижнего горизонта подтверждают развитие в ландшафте осоково-злаковых болот и ольховых зарослей, участков каменных берез, ольхи по берегам рек и елей в пониженных местах. Спектры верхнего горизонта отражают более разреженный растительный покров. Лесные ценозы представлены ольшаниками с папоротниковым покровом.

Ассоциации растительности нижнего горизонта, в которой ведущее место занимают травянистые комплексы первого яруса (осоково-злаковые болота) указывают на климатические условия, сопоставимые со временем образования флювиогляциала. Характер растительного покрова верхнего горизонта указывает на существование во время его отложения криогитрофической фазы оледенения. В связи с этим предполагается, что формирование основного объема аллювиальных отложений (нижний горизонт) относится ко времени межфазы ( $Q_{III}^2$ ), а верхних частей этих отложений - ко времени второй фазы позднеплейстоценового оледенения.

Ледниковые и водно-ледниковые отложения второй стадии второго оледенения ( $Q_{III}^4$ ) довольно широко распространены в зоне подножия четвертичных вулканов Ключевской группы и Харчинского хребта, образуя поля площадью от 20-30 до 2000 км<sup>2</sup>. Они перекрывают склоны и лавовые равнины средне-верхнечетвертичных вулканогенных образований.

Собственно ледниковые отложения характеризуются отчетливым холмисто-западным рельефом. И.В. Малекесцев /12/ указывает, что участки с таким рельефом - очень сложно построенные образования, в формировании которых большую роль играли отложения многих ледниковых и водно-ледниковых литогенетических типов: ледниковые, озерно-ледниковые, флювиогляциальные, а также переходные разности.

Моренные отложения представлены материалом, содержащим от 10 до 50% крупных обломков эффузивов (до 4-5 м). Последние, как правило, угловаты или обиты, реже имеют плохую окатанность. Сортировка отсутствует. Различаются неслоистые морены и морены с заметной плохо выраженной сложной слоистостью. Последняя обусловлена присутствием прослоев и линз обломков разного цвета и размера. Прослои и линзы смяты в причудливые складки и разбиты многочисленными трещинами, смещения вдоль которых колеблются от сантиметров до 2 м. Механический состав ледниковых отложений

по всему району очень сходен. Среди обломков преобладают базальты, а заполнитель супесчаный с примесью дресвы. Обнажены они очень слабо. В выработках и бортах сухих рек типичен такой разрез (сверху вниз):

1. Почвенно-пирокластический чехол . . . . . 0,9 м
  2. Переслаивающиеся светло-серые вулканический пепел (5-7 см) и суглинки (15-20 см) от темно-серого до бурого цвета . . . . . 2,9 м
  3. Суглинки темно-бурого цвета (с примесью гравия и мелкой гальки) . . . . . 0,4 м
  4. Несортированный валунно-галечный материал с песчано-дресвяным заполнителем. Песок светло-серый грубозернистый. Валун и галька (60%) слабоокатанные, угловатые, размером до 0,8 м в поперечнике . . . . . 6,6 м
- Общая мощность 10,8 м.

Мощность ледниковых отложений достигает 70-80 м.

Водно-ледниковые отложения создают плоские наклонные равнины, окаймляя холмисто-западинные равнины ледников, или встречаются на отдельных участках развития ледниковых отложений в сложных сочетаниях с ними; отмечается переслаивание, фациальные переходы по простиранию. Они представлены валунно-галечно-песчаным рыхлым или слабо уплотненным материалом с отчетливой слоистостью и хорошей окатанностью обломков. Заполнитель - пылеватый песок. Слоистость обусловлена чередующимися прослоями и линзами, содержащими неодинаковый по крупности материал. Среди водно-ледниковых отложений выделяются озерно-ледниковые фации, сложенные монотонными тонкослоистыми песчаными и пылевидными осадками и отложениями, представленными щебенисто-дресвяным материалом с прослоями и линзами пылевато-песчаных осадков с тонкой (5-10 мм) параллельной слоистостью. Для этих фаций характерны многочисленные трещины, смещения и деформации слоев вдоль трещин, многочисленные нарушения первичных текстур - "знаки нагрузки". Типично также наличие слоев мощностью до 1 м пирокластического материала. Общая мощность водно-ледниковых отложений 30-35 м.

Время образования ледниковых и водно-ледниковых отложений устанавливается по ряду фактов. Они залегают на средне-верхне-четвертичных образованиях и перекрыты современными аллювиальными, озерно-болотными и пролювиальными отложениями. Кроме того, палинологическое исследование отложений высоких речных террас р. Камчатки показывает, что вторая стадия позднеплейстоценового

оледенения развивалась после времени формирования флювиогляциала первой стадии.

Об этом же свидетельствуют прямые определения абсолютного возраста радиоуглеродным методом органических остатков из окarakterизованных отложений. Абсолютный возраст древесных углей, отобранных Н.Н. Диковым из основания флювиогляциальной террасы у оз. Ушки, вблизи р. Камчатки, равен 10360±350 лет /12/. Непосредственно к югу от границы площади работ в ледниковых отложениях р. Студеной, перекрывающих склоны влк. Дальняя Плоская, обнаружены остатки мамонта, которые датированы радиоуглеродным методом. Возраст 20 тыс. лет /10/.

Отложения поздней стадии верхнеплейстоценового оледенения - важнейший стратиграфический репер, служащий для определения эволюции вулканов Ключевской группы.

### С о в р е м е н н о е   з в е н о

Современные вулканогенные образования - базальты, андезитобазальты, их шлаки, агломераты распространены лишь в пределах Ключевской группы вулканов; некоторые из них активно действуют и в настоящее время. В связи с этим они подразделены на три части. Нижняя часть ( $\beta Q_{IV}^1$ ) объединяет вулканы потухших стратовулканов Камень, Средний, продукты излияний трещинной зоны. К нижней и средней частям ( $\beta Q_{IV}^{1+2}$ ) относятся наиболее ранние образования влк. Ключевского. К верхней части отнесены продукты позднего оледенения деятельности этого вулкана ( $\beta Q_{IV}^2$ ).

Среди вулканических образований нижней части преимущественно развиты лавы базальтов и андезитобазальтов. Продукты деятельности трещинных излияний: потоки плагиопорфировых (мезо-, мега- и микропорфировых), реже оливин-пироксеновых базальтов, шлаковые конусы, наблюдаются на склонах Плоских сопков. Они сгруппированы в полосу, проходящую через их вершины, северо-восточного простирания. Ширина ее до 10-15 км. Длина южного участка около 10 км, северного - 20-25 км. Мощность отдельных потоков от 0,5-1,5 до 8-10 м, длина до 7 км, ширина сотни метров - 1 км. Общая максимальная мощность достигает 500 м. Шлаковые конусы группируются в цепочки длиной 1-3 км, простирание которых согласно общему направлению полосы. Иногда кратера конусов слиты в непрерывную зияющую трещину или полость. Диаметры основания некоторых конусов достигают 1 км, относительное превышение 100-150 м. Диаметры их колеблются от десятков до нескольких сотен метров. Формы имеют

хорошую сохранность и не подвержены по большей части экзарации. Среди лавовых потоков отмечены дайки - экструзии того же состава.

Незначительное количество шлаковых конусов и сопряженных с ними потоков голоценового возраста сформировалось в баранкосах западных склонов вулкана Камень. В целом состав лав по химизму близок средне-верхнечетвертичным базальтам и побочным верхнечетвертичным излияниям Плоских сопок. Они близки им несколько повышенным содержанием  $K_2O$  (до 2% и выше), пониженным  $MgO$  (табл.6). Тефрохронологическая группа Института вулканологии, проводившая исследования в районе влк.Лавовый Шиш (I734), относящегося к зоне трещинных излияний, определила возраст тефры, синхронизируемой с началом деятельности этого небольшого вулкана, не древнее 10 тыс.лет.

Целиком к раннеголоценовым образованиям относится влк.Камень (4585). Предшественники /5,7,26/ разделяли вулкан на две фазы: раннюю, относя к ней его основание со следами обработки современными ледниками, и позднюю - вершину вулкана. Однако морфологически - это единое образование, ряд авторов считает аппарат в целом голоценовым /9,12/. Восточные склоны обрываются почти отвесной скалой до высоты 2300 м - следствие сброса и сейсмотектонического обвала. Диаметр вулкана около 20 км. На абсолютных отметках 1500-2500 м по склонам различной экспозиции перегибом выражена граница между эффузивно-пирокластической фацией верхней части вулкана и эффузивной - основания. В разрезах нижней части вулкана наблюдается различное переслаивание оливин-пироксеновых, реже пироксен-оливиновых базальтов мощностью 2-3 м, редко до 10-15 м, и пирокластики, которая образует маломощные прослои 0,8-1 м. Углы падения потоков 8-10°, до 20°. Отмечаются дислокации пластов на участках пересечения их многочисленными дайками питающей системы вулкана.

В нижней части верхней половины конуса наблюдается переслаивание пироксен-плагиоклазовых базальтов (5-7 м) и пирокластики (1,5-2,5 м). Коэффициент эксплозивности 30-40%. Общая мощность (относительная высота, в пределах которой отмечено это переслаивание) оценивается по гипсометрическим отметкам 2000 м. Самая верхняя часть вулкана - последние 300-500 м - сложена сериями потоков пироксен-плагиоклазовых базальтов мощностью 5-7 м, почти без прослоев пирокластики. По химическому составу лавы дифференцированы от базальтов до андезитов. Для них характерна низкая калиевоств -  $K_2O$  менее 1% в наиболее кислых разностях (табл.7).

Вулкан Средний (2989) расположен в седловине между крупными стратовулканами Ближней Плоской и Ключевским. Это конус с углами наклона склонов 25-35°, относительным превышением 300-350 м, диаметром основания 2,5-3 км. Основание вулкана подверглось экзарации. В эрозионных "окнах" видно переслаивание оливин-пироксеновых базальтов мощностью 2-4 м и прослоев (0,3-0,8 м) пирокластики, которая почти отсутствует в нижних частях разрезов. Эффузивно-пирокластические фации вулкана в его привершинной части рассечены серией даек, аналогичных по составу базальтам потоков. Лавы по сравнению со средними базальтами Ключевской группы /17/ обладают несколько пониженным содержанием  $MgO$  (не более 6,5%) и  $K_2O$  (табл.8).

Ключевской вулкан (4750) объединяет ранне-позднеголоценовые образования. Его строению и деятельности посвящено более 200 публикаций /7/. Мы приводим описание строения по данным И.Т.Кирсанова /9/, Шивелучской партии /27/ и В.А.Ермакова /9, 27, 7/. Вулкан чрезвычайно слабо вскрыт, поэтому приводится описание его склоновых образований.

Ключевская сопка представляет собой типичный стратовулкан. В общем плане Ключевской группы он имеет форму сектора, ограниченного азимутами 45 и 135° с радиусом около 30 км. На западе он сочленяется с вулканами Дальняя и Ближняя Плоские, на восток стратовулкан ограничен склонами влк.Камень, на севере щитовым аппаратом Лавовый Шиш. Он возвышается над седловиной ледника Светлого на 1700-1500 м. На вершине его конуса находится кратер диаметром 670-700 м, глубиной от 100 до 550-600 м. Форма и размеры кратера постоянно меняются. Летом 1978 г. он был заполнен лавой. В его стенках наблюдается переслаивание лав и обломочного материала (30-70% в разрезе). Переслаивание осложнено вертикальными дайками, штоками, бокками. В историческое время с кратером связаны пирокластические извержения. От вершины до высоты 2500 м склоны покрыты сплошным панцирем льда и фирна, переслаивавшихся с обломочным материалом, который выбрасывается из кратера. Отдельные языки ледников спускаются ниже 1500 м. Примерно до этой высоты склоны конуса изрезаны радиальными баранкосами. В верхней осевой части на высотах 4750-4500 м желоба баранкосов ограничены крутыми уступами. В них наблюдаются дайки, воронки взрыва, шлаковые конусы, эруптивные трещины, что указывает на вулcano-тектоническую природу заложения желобов. К ним приурочены извержения 1926, 1937 и 1974 гг.

Химический состав лав региональной трещинной

Оксиды	Номер				
	676-Э	993-Ф	996-Ф	1016-Ф	1840
	I	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	50,88	52,30	52,48	52,56	55,34
TiO <sub>2</sub>	1,06	1,36	1,62	1,32	1,86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,55	18,38	17,79	17,18	16,81
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,50	2,90	5,24	5,26	3,76
FeO	4,71	6,12	3,80	4,02	6,14
MnO	0,10	0,13	0,09	0,15	0,19
MgO	3,60	3,96	3,91	4,16	3,47
CaO	7,41	7,68	7,86	9,69	6,78
Na <sub>2</sub> O	4,71	3,82	3,85	3,52	3,00
K <sub>2</sub> O	1,10	2,12	2,08	1,76	1,55
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	0,24	0,14	0,41	0,29
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,82	0,53	0,74	0,08	0,03
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,38	0,24	0,45	0,48	0,49
SO <sub>3</sub>	-	-	-	-	0,08
CO <sub>2</sub>	-	-	-	-	0,09
Li <sub>2</sub> O	-	-	-	-	0,012
Сумма	100,82	99,78	100,05	100,59	99,89

Примечание. Анализ I из колл. А.И.Сирин /17/ выполнены Н.Р.Гусаковой. Анализы 6-II выполнены аналитиком правый борт долины р.Студеная; 2,3,4 - базальты шные, юго-запад кой Дальней; 5 - афировый андезито-базальт, 9,II - андезиты; фировые андезиты.

Таблица 6

зоны Ключевской группы вулканов ( $\beta Q_{IV}^1$ )

образца, пробы					
789-Э	4102	2889/I	1842	1845	1850
6	7	8	9	10	11
56,70	57,58	57,84	59,52	59,82	60,64
0,78	1,28	1,36	1,58	1,50	1,58
17,90	18,80	18,51	16,58	16,22	16,16
3,39	2,31	3,69	3,36	3,32	3,38
4,16	4,18	3,32	4,63	4,88	4,28
0,12	0,12	0,12	0,20	0,20	0,16
2,16	1,90	2,18	2,06	2,50	2,38
7,22	7,96	6,67	5,55	3,99	5,10
3,55	2,80	2,85	3,20	3,50	2,93
2,65	2,03	2,33	2,33	2,02	2,17
0,80	0,31	0,33	0,31	0,32	0,45
-	0,02	0,13	0,04	0,03	0,05
-	0,36	0,30	0,38	0,40	0,29
-	0,03	0,09	0,08	0,03	0,13
-	0,04	0,02	0,04	0,06	0,09
-	0,012	0,009	0,012	0,009	0,009
99,43	99,73	99,75	99,87	99,80	99,80

выполнен аналитиком Л.А.Башариной; 2,3,4 - из колл. Г.Б.Флерова А.И.Ильиных в ЦИ КИГО. I - базальт, шлаковый конус "Птичий", ные склоны Плоской Дальней; 5,9-II - юго-западное подножие Плос- IO - гиалоандезит (дайка); 6,7,8 - г.Лавовый Шип - мегаплагио-

## Химический состав пород

Окислы	Номер				
	683-9	688-3	696-3	2864	718-3
	I	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	51,11	51,36	51,90	52,10	52,50
TiO <sub>2</sub>	1,08	1,14	0,97	1,03	0,93
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,78	15,95	17,65	15,46	19,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,68	4,74	4,24	5,73	3,05
FeO	5,71	6,09	6,06	5,85	6,13
MnO	0,20	0,14	0,15	0,20	0,15
MgO	5,49	7,08	4,94	7,02	5,07
CaO	8,79	9,95	8,90	9,93	8,42
Na <sub>2</sub> O	3,42	3,18	3,35	2,00	3,40
K <sub>2</sub> O	0,79	0,74	1,10	0,83	1,00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	-	-	0,10	-
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	-	-	0,04	0,08	-
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,24	-	-	0,54	-
SO <sub>3</sub>	-	0,10	0,21	не обн.	-
CO <sub>2</sub>	-	-	-	0,02	-
Li <sub>2</sub> O	-	-	-	0,009	-
	100,29	100,47	99,51	100,90	99,66

Примечание. Анализы 1,2,3,5 из колл. Э.И.Эрлиха, лаборатории ИВ ДВНЦ: 1,5 - аналитиком З.И.Беляцкой, 3,2 - аналитиком А.И.Ильиных в ЦЛ КИГО. 1-8 - базальты и андезит-базальты: кана, 7 - верховье р.Сухой Халицы, поток в туфах, 5 - андезит-вершины вулкана; 8 - андезит-базальт, дайка в лавах основания андезиты: 9 - обломки кратерной экструзии, 10 - дайка, верховье

Таблица 7

вулкана Камень ( $\beta_{IV}^1$ )

образца, пробы	образца, пробы				
	00/63	2864/2	2866	2865/1	2864/3
	6	7	8	9	10
	52,66	52,96	54,10	57,88	60,62
	1,02	1,16	1,19	0,67	0,67
	18,60	17,97	18,31	17,56	16,95
	2,05	3,59	3,03	6,74	4,09
	6,49	5,57	6,26	0,43	1,71
	0,20	0,20	0,18	0,16	0,09
	5,90	4,60	4,68	4,39	3,31
	9,02	8,86	8,24	6,84	6,10
	3,30	2,45	2,30	2,82	3,25
	1,11	0,50	0,70	1,05	1,18
	-	0,13	0,13	0,11	0,12
	0,05	0,84	0,03	0,54	1,12
	0,10	0,40	0,54	0,30	0,47
	-	0,08	0,07	0,15	0,01
	-	0,06	0,06	0,18	0,06
	-	0,009	0,010	0,009	0,009
	100,50	99,38	99,83	99,83	99,76

В.А.Ермакова /17/, 6 - из колл. В.А.Ермакова /7/ выполнены в И.М.Бендер, 6 - О.М.Табаковой. Анализы 4,7-10 выполнены аналитиком А.И.Ильиных в ЦЛ КИГО. 1,3,4 - основание вулкана, 2 - кратер Квасова, южный склон вулкана, 7 - верховье р.Сухой Халицы, поток в туфах, 5 - андезит-вершины вулкана; 8 - андезит-базальт, дайка в лавах основания андезиты: 9 - обломки кратерной экструзии, 10 - дайка, верховье

## Химический состав пород

Окислы	Влк.Средний ( $\rho Q_{IV}^1$ )					
	67I-Э	2998	2999	660-Э	68I-Э	69I-Э
	I	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	50,65	51,48	52,20	50,10	51,03	51,52
TiO <sub>2</sub>	0,91	1,03	1,03	1,03	1,00	0,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,15	17,43	16,93	19,99	17,03	14,91
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,61	4,29	3,74	4,19	3,58	3,02
FeO	6,63	5,68	5,62	5,02	5,23	6,26
MnO	0,15	0,18	0,18	0,25	0,35	0,20
MgO	5,38	6,57	5,86	8,58	6,75	9,87
CaO	9,78	9,59	10,32	5,98	10,45	10,80
Na <sub>2</sub> O	2,78	2,20	2,25	2,84	2,93	2,15
K <sub>2</sub> O	1,48	0,69	0,85	1,52	1,34	0,63
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,56	0,10	0,12	-	0,11	-
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	-	0,09	0,19	-	0,20	0,32
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	-	0,39	0,40	0,21	0,10	-
SO <sub>3</sub>	-	0,03	0,08	-	-	-
CO <sub>2</sub>	-	0,09	0,07	-	-	-
Li <sub>2</sub> O	-	0,009	0,009	-	-	-
Сумма	99,08	99,85	99,85	99,71	100,10	100,25

Примечание. Анализы 2,3,9 выполнены в ЦЛ КИГО ана (из колл. И.Т.Кирсанова). 1,2,3 - базальты: I - из колл. В.А.Вло 3 - дайка, привершинная часть влк.Средний; 4 - оливиновый базальт, тер Белюкай /I7/, аналитик К.П.Сокова; 6 - кратер Заварицкого, роксеновые базальты: 7 - кратер Беринга, колл. В.И.Пийпа /I7/, аналитик Н.В.Левенфиш; 9 - андезит-базальт, вершина вулкана; то-базальт, главный кратер, извержение 1978 г.; 12,13 - плагио 1937 г. /I7/, аналитик Н.Х.Айдинян; 13 - кратер Былинкиной, извер

Таблица 8

## вулканов Среднего и Ключевского

Влк.Ключевской ( $\rho Q_{IV}^3$ )						
697-Э	715-Э	4058/I	7830I	78302	742-Э	753-Э
7	8	9	10	11	12	13
52,01	52,34	52,86	52,88	53,02	53,50	53,97
0,96	0,95	1,14	0,47	0,64	0,78	0,72
15,70	14,57	17,51	18,53	18,25	16,67	15,43
3,18	2,69	5,22	2,97	3,46	3,41	7,48
6,43	6,09	4,21	6,40	5,89	5,63	6,16
0,16	0,11	0,17	0,25	0,25	0,20	0,14
7,44	9,89	6,13	5,16	5,20	5,66	4,46
9,62	9,76	8,19	9,35	9,40	9,33	8,27
2,79	2,54	2,76	3,06	3,15	3,20	2,07
1,13	0,67	1,20	1,06	1,06	1,06	0,94
0,13	0,11	0,009	0,36	-	0,23	0,24
0,11	0,48	0,36	-	-	0,55	0,03
0,11	0,03	0,04	0,04	-	0,08	0,04
-	-	0,13	-	-	-	0,23
-	-	0,02	-	-	-	-
-	-	0,005	-	-	-	-
99,77	100,23	100,03	100,53	100,32	100,30	100,18

литиком А.И.Ильных, 10,11 - в лаборатории ИВ ДВНЦ Н.Р.Гусаковой давца /I7/, аналитик Н.Н.Шаврова, 2 - основание влк.Средний, кратер Апахончич /I7/; 5,6 - плагиоклазовые базальты: 5 - кра- извержение 1945 г. /I3/, аналитик Н.Н.Шаврова; 7,8 - оливин-пи- аналитик В.П.Эпман; 8 - кратер Туило, извержение 1932 г. /I7/, 10 - андезит-базальт, лапилли, извержение 1978 г.; 11 - андези- клазовые андезит-базальты: 12 - главный кратер, извержение 1951 г. /I7/, аналитик Е.Ф.Прокофьева.

С высоты от 2500 до 500 м склоны конуса и его основание перекрыты вулканогенно-обломочным чехлом мощностью (видимой) 0,5-50 м, прорезаны руслами сухих рек, осложнены побочными кратерами. Лавовые потоки последних часто перекрывают эти отложения, переслаиваясь между собой, а также с пирокластикой терминальных и субтерминальных извержений.

Излияния из побочных кратеров сыграли значительную роль в строении Ключевского вулкана /9/. Шлаковые конусы, воронки взрыва, их цепочки и скопления повсеместно распространены на склонах главным образом в диапазоне высот 2000-500 м. Самые ранние из них затоплены обломочным материалом склонов и перекрыты лавами более молодых извержений. В настоящее время насчитывается около 100 таких форм; свыше 30 образовались за последние 40 лет. Характерна их приуроченность к продолжению желобов баранкозов. Прорывы датированных излияний наблюдались во всех секторах и на различных отметках вулкана. В 1932 г. образовались кратеры Кирчурич, Туяла, Биокось (высота 500-600 м), в 1953 г. - кратер Белянкина (высота 1300-1500 м), в 1966 г. - кратер Пийпа (высота 1800-2100 м) - в северо-восточном секторе; в восточном секторе в 1938 г. - кратеры Бяллкай, Козей (высота 950-1800 м), в 1951 г. - кратер Былинкиной (высота 900 м); в юго-восточном секторе в 1945 г. - кратеры Юбилейного прорыва (высота 1000-1300 м), в 1946 г. - кратер Апахончич (1500-1700 м), в 1956 г. - кратеры Кржжановского и Вернадского (1300-1400 м). Извержение побочных кратеров в верхней части границы прорыва обычно имело эксплозивный характер, а в нижней - существенно эффузивный. В результате извержения полость трещины заполнялась дайкой, образовывался шлаковый конус и лавовый поток шириной 0,3-5 км и протяженностью 1-16 км. В последнем часто фиксируются отдельные порции лав, различные по распространенности, строению, которые перекрывают друг друга вместе с обломочным материалом, что придает потоку слоисто-линзовидное строение.

Тефрохронологическая группа Института вулканологии, используя радиоуглеродный метод датирования захороненных почв и гумусированных пепловых прослоев, устанавливает возраст наиболее древних извержений Ключевского вулкана в пределах 7-10 тыс. лет (сообщение И.В.Малекесцева). И.Т.Кирсанов выделяет три этапа в формировании постройки /9/. К наиболее раннему отнесены средне- и верхнечетвертичные базальты и агломеративные туфы, обнажающиеся на отметках 500-800 м. Потоки плагиофировых и плагиоклаз-пироксеновых (2-5 м) высокоглиноземистых по химическому составу базальтов он считает верхнеплейстоценовыми.

К породам среднего этапа отнесены излияния "древних" шлаковых конусов (высота 1500-2000 м) и связанные с ними излияния высокомагнезиальных базальтов. Для них характерно высокое содержание оливина и моноклинового пироксена (12-19%). Образования третьего этапа полностью слагают современный конус высоты от 2000-2500 до 4750 м и все недавние и датированные извержения побочных конусов. Породы этого этапа представлены преимущественно высокоглиноземистыми базальтами, для которых в петрографическом отношении характерно повышенное содержание плагиоклаза и нормальное - оливина и моноклинового пироксена. Однако некоторые побочные кратеры этого этапа (Кирчурич, Туяла, Биокось) поставляли лишь магнезиальные базальты, а другие (Бяллкай, прорыв Пийпа) - промежуточные по составу разности. Сравнив продукты извержения терминальных и побочных кратеров, И.Т.Кирсанов пришел к выводу о почти полном совпадении составов базальтов вершинного и побочных извержений. Этот вывод не совпадает с наблюдениями В.А.Ермакова, который указывает на связь магнезиальных базальтов с кратерами низких гипсометрических уровней /7/. В целом же для Ключевского вулкана характерно преобладание высокоглиноземистых базальтов (см. табл. 8).

Петрографические особенности пород вулкана так же, как и Ключевской группы в целом, обусловлены количественными вариациями фенокристаллов одного состава: плагиоклаза, оливина и моноклинового пироксена. Ромбический пироксен редок и типичен больше для терминальных извержений /7/.

Учитывая данные абсолютных датировок тефрохронологической группы, к нижне-среднеголоценовым образованиям Ключевского вулкана отнесены вулканы второго этапа по И.Т.Кирсанову /9/. Позднеголоценовые образования объединяют продукты извержений третьего этапа.

С о в р е м е н н ы е аллювиальные, озерно-болотные, пролювиальные и ледниковые отложения ( $Q_{IV}$ ) занимают не менее 50% территории работ.

А л л у в и а л ь н ы е отложения развиты по всем водотокам, но наибольшую мощность и площадное распространение они имеют лишь в долинах крупных рек, слагая главным образом поймы. Террасовый комплекс весьма ограничен: имеет место лишь террасы 3-4-метрового уровня. Поверхность террас ровная со слабым уклоном к руслу, ширина обычно не превышает 1,5 км. Поймы и террасы сложены горизонтальнослоистыми галечниками с примесью валунов, реже песками и супесями. В истоках рек грануло-

метрический состав и окатанность материала закономерно грубеют. В средних течениях рек аллювиальные отложения представлены песчано-галечным материалом с незначительным количеством валунов хорошей окатанности. В составе заполнителя отмечается повышенное содержание глинистой фракции (30-40%). В нижних частях долин притоков р. Камчатки и по самой долине р. Камчатки аллювиальные отложения образуют обширную равнину, сложенную песчано-суглинистым материалом с прослоями пеплов, пемз. У пос. Кресты на лев. берегу р. Камчатки обнажается небольшой типичный разрез поймы (сверх вниз):

- |                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| 1. Почвенно-растительный слой . . . . .     | 0,3м |
| 2. Вулканический пепел . . . . .            | 0,1" |
| 3. Супесь темно-серая . . . . .             | 0,6" |
| 4. Суглинок, переходящий в супесь . . . . . | 0,5" |

Мощность 1,5 м.

Мощность аллювиальных отложений 15-20 м /12/.

Озerno-болотные отложения занимают значительную часть Центрально-Камчатской депрессии площадью более 1000 км<sup>2</sup>. Морфологически пространство, занятое озерно-болотными отложениями, выглядит плоской заболоченной, поросшей травами и кустарником равниной. Осадки представлены тонкослоистыми песками, суглинками и слабopесчаным туффом. Очень часты в нем прослои и линзы вулканических песков и пеплов. Торф - осоковый, осоково-сфагновый, гипново-осоковый, имеет слабую степень разложения. Одной из расчисток вскрыты (сверху вниз):

- |                                                    |      |
|----------------------------------------------------|------|
| 1. Почвенно-растительный слой . . . . .            | 0,6м |
| 2. Крупнозернистый песок, дресва, гравий . . . . . | 1,4" |
| 3. Суглинки желтовато-бурые . . . . .              | 0,2" |
| 4. Торф темно-коричневый . . . . .                 | 0,2" |
| 5. Песок светло-серый крупнозернистый . . . . .    | 0,1" |
| 6. Торф . . . . .                                  | 0,1" |
| 7. Песок . . . . .                                 | 0,1" |
| 8. Торф . . . . .                                  | 0,3" |
| 9. Песок . . . . .                                 | 0,2" |
| 10. Торф . . . . .                                 | 0,1" |
| 11. Суглинок зеленовато-серый . . . . .            | 0,7" |

Мощность отложений 4 м.

Максимальная мощность отложений оценивается в 12 м, а общая мощность торфяного слоя в 2-3 м /20/.

Проллювиальные отложения на площади работ образуют шлейфы подножий вулканов Ключевской группы и

влк. Шивелуч. Площадь участков, занятых этими отложениями, превышает 500 км<sup>2</sup>. Они формируют плоские пологонаклонные равнины, образование которых связано с деятельностью временных водотоков, часть из которых питается за счет таяния ледников, лежащих на вершинах вулканов. В связи с этим по генезису в значительной мере современный пролювий, особенно у подножия сопок Дальняя и Ближняя Плоские, можно отнести к водно-ледниковым образованиям. Выделяются отложения лахаров, связанные с катастрофическим таянием снега и льда, и отложения, формирующиеся между извержениями деятельностью "сухих" рек /12/.

Лахаровые отложения сложены грубообломочным неяснослоистым материалом. Хорошо выдерживаются лишь наиболее мощные пачки (5-7 м). Количество крупнообломочного (более 2 см) в среднем 15-20%. Размер глыб до 1,5 м. Окатанность плохая или отсутствует. Заполнитель песчаный. Отложения сухих рек представлены грубообломочным материалом с хорошо выраженной слоистостью. В верховьях долин в их составе преобладают вулкан и галька, ниже по течению крупность материала уменьшается, и в нижнем течении это преимущественно галечно-песчаные осадки с довольно хорошей окатанностью обломков. Периферические части шлейфов сложены главным образом мелко-тонкозернистым песком и алевроитовой фракцией. Разрез пролювиальных отложений вскрывается на правом берегу р. Камчатки у пос. Красный Яр (сверху вниз):

- |                                                                                   |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Почвенно-растительный слой . . . . .                                           | 0,2м |
| 2. Алевроитовый материал с примесью песка . . . . .                               | 0,5" |
| 3. Песок крупнозернистый черный . . . . .                                         | 0,1" |
| 4. Песок среднезернистый светло-серый с линзами алевроитового материала . . . . . | 1 "  |
| 5. Крупнозернистый песок с прослоями гравия . . . . .                             | 0,5" |
| 6. Песок темно-серый . . . . .                                                    | 2,9" |
| 7. Гравийно-песчаный материал . . . . .                                           | 0,3" |
| 8. Песок темно-серый средне-крупнозернистый . . . . .                             | 0,6" |
| 9. Вулканический пепел . . . . .                                                  | 0,1" |
| 10. Гравийно-песчаный материал . . . . .                                          | 0,2" |

Мощность 6,4 м.

И. В. Мелекесцев оценивает максимальную мощность пролювиальных шлейфов в 70-80 м /12/.

Современные ледниковые отложения закартированы в привершинной части вулканов Ключевской группы у окончаний современных ледников. Они образуют сравнительно небольшие поля от 1 до 10-15 км<sup>2</sup> (на северных склонах Ключев-

ской группы). Как конечные, так и боковые морены сложены несортированным неслоистым глыбово-щебенисто-песчаным материалом. Обломки угловаты или слабо обиты. Грубообломочная фракция составляет 30-35% отложений. Их состав зависит от строения конуса, откуда начинается ледник. Заполнитель песчанистый. Мощность отложений достигает 45-50 м.

### ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

На территории листа отмечены четвертичные дайки, нейки, представляющие собой фации питающих систем разновозрастных вулканов /I6/. В связи с этим, эти образования имеют состав и возраст, аналогичный эффузивам тех аппаратов, в строении которых они принимают участие.

#### РАННЕЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ДАЙКИ, НЕЙКИ ( $\beta Q_I$ )

На территории закартировано всего две протяженные дайки раннечетвертичного возраста: одна на правом борту р.Говянка, другая на левом берегу р.Белой. Простираение первой субмеридиональное, второй северо-западное; прослежены соответственно на 2,5 и 1,5 км. Мощность их 2-4 м. Они пространственно сопряжены с нижнечетвертичными покровами, имеют тот же петрографический и химический (см. табл. I) состав. Дайки сложены оливин-пироксеновыми базальтами, полными аналогами покровных образований. Вмещающими породами для них являются вулканогенно-осадочные отложения плиоценового возраста. Возраст даек дается на основании их структурной и генетической близости нижнечетвертичным базальтам.

Субвулканические тела раннечетвертичного возраста представлены главным образом некками древних шлаковых конусов. Некки отмечаются среди небольших базальтовых полей подножия Срединного хребта, отчетливо выделяются на аэрофотоснимках невысокими крутыми обелисками с плановыми параметрами 200x300 м, иногда 400x1000 м, редко более. Относительное превышение некков над поверхностью одновозрастных базальтовых покровов 40-80 м. Сложены они оливиновыми базальтами и красными базальтовыми агглютинатами.

### СРЕДНЕЧЕТВЕРТИЧНЫЕ И СУБВУЛКАНИЧЕСКИЕ ТЕЛА И ДАЙКИ ( $\beta Q_{II}$ )

Рассматриваемые образования формируют тела питающей системы вулканов Харчинский и Заречный. Наиболее крупное субвулканическое тело вскрывается в цирках вершины Харчинского вулкана. Оно имеет изометричную в плане форму, площадь около 4 км<sup>2</sup>. Состав пород, слагающих его, подобен окружающим базальтовым потокам и сопряженным с телом многочисленным и разнонаправленным дайкам-апофизам. Тело и дайки сложены пироксен-оливиновыми и оливин-пироксеновыми базальтами. Среди них обнаружены амфиболсодержащие андезиты /II/.

Для внутреннего строения тела характерна дайковая структура, оно как бы составлено из дайковых пакетов. Для элементарных даек характерны агломератовидные эндоконтакты, типичные для тел в верхних зонах питающих систем /I6/. Дайки-апофизы преимущественно радиального (относительно тела) простираения с углами падения от 30 до 90°. Их мощность 1-2 м, изредка отмечаются более мощные дайки - 3-7 м.

Петрографический состав и петрохимические особенности даек и субвулканического тела аналогичны вышеописанным среднечетвертичным покровам. Несколько отличаются минеральным составом амфиболсодержащие андезиты-базальты. Это порфировые породы с микрозернистой основной массой. Среди фенокристаллов присутствуют (в %): ромбический и моноклинный пироксен - 6-7, оливин - 1-2, плагиоклаз - 25, роговая обманка - 8-9, образующая мелкие (доли миллиметра) вкрапленники.

Возраст субвулканических тел и даек дается на основании тех же фактов, что и возраст эффузивно-пирокластических фаций вулканов, которым они принадлежат.

### ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНЫЕ СУБВУЛКАНИЧЕСКИЕ ТЕЛА, ЭКСТРУЗИИ И ДАЙКИ ( $\beta \alpha Q_{III}$ )

Характеризуемые образования чрезвычайно широко вскрыты на склонах стратовулканов Дальней и Ближней Плоских, которые интенсивно обработаны верхнечетвертичными ледниками. В бортах трогов, ложбин и баранкосов наблюдаются тела сложной и разветвленной питающей системы вулкана. А.Н.Сирин отмечает, что характерны серии субпараллельных даек, число даек в серии от 3 до 20 /I4/. Он сообщает о сочетании даек с жерловыми агглютинатами и их

связи с боковыми прорывами. Дайки базальтов мощностью 1,5–2 м, протяженностью 200–300 м, от 1,5 км имеют преимущественно радиальные относительно плоской вершины направления. Как правило, их вмещают кирпично-красные агглютинаты, агломераты, большая часть которых является фацией экзо- и эндоконтактов этих же даек. Часть даек имеет строение лавовых потоков, то есть их зальбанды, аналогичные кровле и подошве лавовых потоков. Они встречаются практически в любой ложбине конической постройки. Но на отдельных участках они формируют крупные штоки, нейки, состоящие из смежных даек. Размер таких базальтовых тел в плане от 0,2х7 до 2х1,5 км. Они наблюдались на северо-восточном и северном склонах Ближней Плоской, в бортах долины ледника Желтого, в истоках Козыревской Сухой речки на западных склонах г. Плоская Дальняя. Они отчетливо выделяются на аэрофотоснимках грубым рубчатым рисунком рельефа среди спокойных сглаженных форм склонов, сложенных лавовыми потоками. Как правило, эти субвулканические тела расположены среди одновозрастных дайковых полей, имеющих аналогичный с ними состав. Отличается по составу экструзия роговообманковых андезитов у вершины Плоской Ближней /14/. Диаметр экструзии около 0,8 км, высота под ледником не установлена.

Позднечетвертичный возраст тел определяется на основании их генетической общности с верхнечетвертичными покровами Плоских сопок.

В сомме среднечетвертичного вулкана Заречного в Харчинском хребте наблюдаются субвулканические тела андезитов, размеры тел в плане 1–1,5 км. В рельефе они образуют куполообразные возвышенности, возможно, представляющие собой остатки разрушенных экструзий. Вероятно, их образование связано с формированием сомм, имеющих прекрасную сохранность и более молодой, чем влк. Заречный, позднечетвертичный возраст. Тела по составу кислее эффузивных покровов и сложены оливинсодержащими роговообманковыми андезитами. Это порфиновые, серийно-порфиновые породы с криптокристаллической структурой основной массы. Вкрапленники (30–35%) почти полностью представлены бурой роговой обманкой размером 0,2–2,5 мм. В единичных кристаллах отмечен плагиоклаз-андезин. Встречаются очень редкие микросростки ромбического и моноклинного пироксенов с включениями оливина. В основной массе определены тридимит, плагиоклаз, роговая обманка, апатит и рудный.

## СОВРЕМЕННЫЕ СУБВУЛКАНИЧЕСКИЕ ТЕЛА И ДАЙКИ (РР-IV)

Современные образования участвуют в строении четвертичных стратовулканов Камень, Средний, Ключевской, в поле трещинного вулканизма также наблюдаются дайки-нейки, заполнившие целевидные жерла. Лучшим образом они вскрываются на западных склонах влк. Камень, на восточной экспозиции влк. Среднего.

Современные субвулканические тела и дайки базальтов наиболее широко развиты на влк. Камень. На склонах в привершинной части постройки хорошо выделяется на аэрофотоснимках серия узких дайковых гребней (их мощность около 2 м) субширотного – северо-западного простирания длиной до 2,5 км. Они формируют дайковое поле на южных и северных склонах вулкана и визуально наблюдаются в стене восточного обрыва. Кроме того, визуально в стене обрыва на высоте 2100 м отмечаются крупные светлые выходы, выделяющиеся на темном фоне базальтов. Судя по свалам, в обрывах обнажаются выходы крупного субвулканического тела андезитов. В эрозионных врезках западных склонов среди базальтовых покровов выделяются довольно крупные штоки аналогичного состава площадью в сотни квадратных метров.

На влк. Среднем к субвулканическим образованиям отнесены дайки и агломераты жерловой фации, вскрывающейся в субширотной ложбине восточного склона.

Несколько даек-некков отмечено в поле трещинного базальтового вулканизма.

Несмотря на молодость форм влк. Ключевского дайки наблюдаются на его склонах и в кратере. В стенках кратера в его северо-западном и юго-восточном секторах наблюдаются вертикальные дайки и штокообразные тела. Кроме того, в привершинной части вулкана непосредственно к западу и востоку от кратера среди тейфы вскрываются серии протяженных даек. Из последних извержений, связанных с внедрением даек, можно отметить излияние лавового потока в 1926 г. из трещин к востоку от кратера.

## ТЕКТОНИКА

Изученный район работ входит в Центрально-Камчатскую и Восточно-Камчатскую структурно-фациальные зоны /3/.

Центрально-Камчатская структурно-фациальная зона территориально совпадает со Средним хребтом, созданным преимущественно вулканической аккумуляцией Центрально-Камчатского вулкана.

нического пояса. Большая часть территории входит в Восточную зону, представленную здесь Центрально-Камчатским прогибом, осложненным образованиями Восточно-Камчатского вулканического пояса /3, 26/.

По Э.Н.Эрлиху в современной структуре п-ова Камчатки на площади листа выделяются Козиревско-Быстринская система сводов, ограничивающая с запада Центрально-Камчатскую грабен-синклиналь, которая заполнена четвертичными рыхлыми и вулканогенными породами /18/.

Все изученные образования принадлежат продуктам миоцен-плиоцен-четвертичного осадконакопления и четвертичной вулкано-генной деятельности, что, несмотря на их принадлежность к различным и пространственно разобщенным структурно-фациальным зонам, позволило объединить породы в один структурный ярус, в пределах которого с большой долей условности выделяются несколько структурных подъярусов (рис.2, 3).

Первый подъярус объединяет образования нижней толщи алнейской серии, второй – нижнечетвертичные базальты. К третьему подъярису отнесены средне-верхнеплейстоценовые и голоценовые вулканы, рыхлые отложения различного генезиса.

Нижний (первый) структурный подъярус имеет видимую мощность около 400 м. Взаимоотношений с более древними образованиями не наблюдалось. Его породы выходят на поверхность лишь в пределах Срединного хребта. Пликативные дислокации среди вулканогенно-осадочных отложений проявлены очень слабо, породы смяты в пологие складки с углами падения на крыльях от 3–5 до 10°. Складки носят брахиформный характер. На смежной к западу территории образования подъяруса перекрыты эффузивно-пирокластическими отложениями верхней толщи алнейской серии, которые перекрываются нижнечетвертичными базальтовыми покровами второго структурного подъяруса. Судя по составу ксенолитов извержений побочных кратеров Ключевского вулкана, отложения нижнего подъяруса залегают в основании вулканов Ключевой группы. Среди ксенолитов были обнаружены туфогенные алевриты, песчаники с обломками неогеновых моллюсков: *Yoldia aff. aregone* Shum., *Leda aff. pereyalis* Ken. /12/.

Второй структурный подъярус на территории листа закартирован лишь на площади Срединного хребта. Его формирование связано с деятельностью щитовых аппаратов, вершины которых располагались западнее площади работ в осевых частях Срединного хребта. В его предгорьях подъярус

представлен покровами базальтов, наклоненных на юго-восток под углом 3–5°. Это углы ненарушенного первичного залегания покровов. Дизъюнктивные нарушения затронули нижнечетвертичные эффузивы в незначительной степени. Они разбиты редкой сетью малоамплитудных разрывов. Мощность образований достигает 300 м. Они залегают на различных стратиграфических и гипсометрических уровнях первого подъяруса: у подножия хребта подошва яруса расположена на высотах ниже 100 м, а западнее – на отметках 300–400 м.

Третий структурный подъярус объединяет среднеплейстоцен-голоценовые вулканы Харчинского хребта и Ключевой группы. К этому же подъярису относятся верхнечетвертичные поля ареального базальтового вулканизма. Таким образом, к подъярису отнесены вулканы Восточно-Камчатского пояса, сохранившие основные черты своего первичного рельефа, частично подвергнутые верхнеплейстоценовой экзарации. Для них характерны проявления разрывной тектоники, связанные с боковыми прорывами магматических расплавов. Они фиксируются радиальными и дугowymi (относительно вершин вулканов) цепочками шлаковых конусов. Радиальные цепи продолжают по направлению к вершинам ложбинами баранкосов, происхождение которых связано с разрывами. Образование вулканотектонических форм выразилось в формировании телескопированных крупных кратеров-кальдер взрыва влк.Заречного, вершины Плоских сопок и радиальных трещин на стратовулканах, расширенных эрозией, превращенных в радиальные долины. К этому же подъярису относятся верхнеплейстоцен-голоценовые образования Центрально-Камчатской депрессии, подножий Срединного хребта и Ключевой вулканической группы.

Оценка мощности верхнего подъяруса затруднительная в связи с тем, что они не являются толщами, а представляют собой один из самых крупных в мире четвертичных вулканических узлов диаметром 60–80 км и высотой свыше 4000 м. Рыхлые четвертичные отложения заполняют депрессии и отрицательные формы склонов и подножий, выработанные в образованиях нижних подъярусов. Их мощность в депрессии по данным электроразведки несколько сотен метров, а за ее пределами не превышает 100 м /41/.

Неотектонические структуры района полностью совпадают с главными элементами рельефа.

Центрально-Камчатский вулканический пояс входит на площадь работ небольшой своей частью. Он представлен здесь своим юго-восточным флангом, в строении которого значительное место занимают нижнечетвертич-

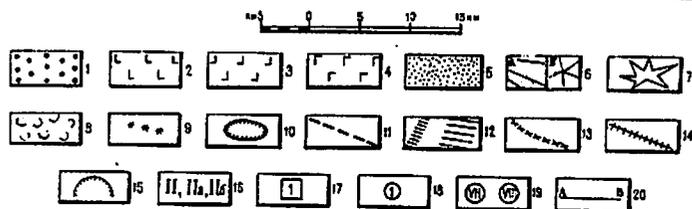
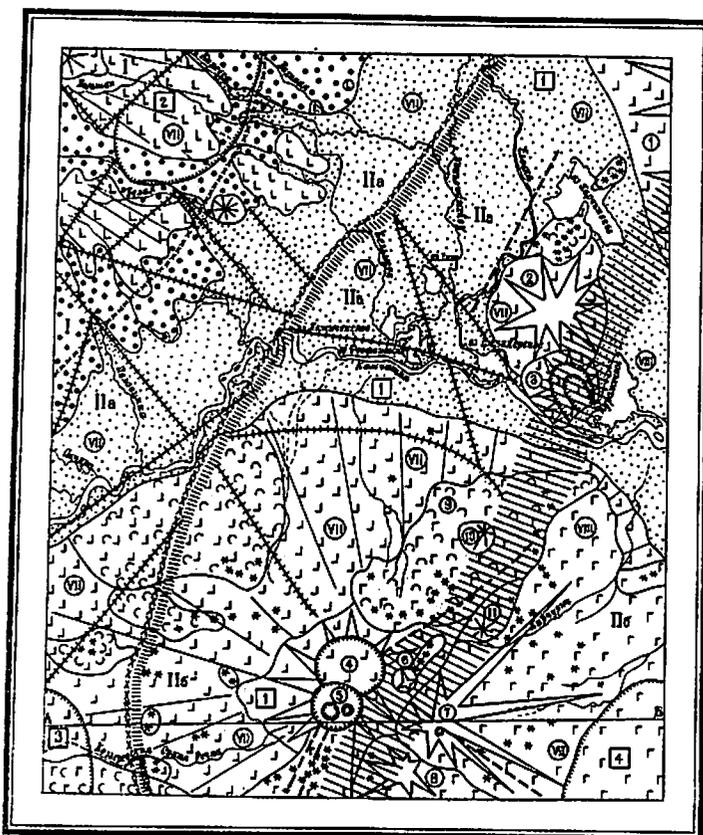


Рис.2. Тектоническая схема

1-5 - подъярус неоген-четвертичного структурного яруса: I - первый (нижняя толща алнейской серии), 2 - второй (нижнечетвертичные вулканы), 3-5 - третий: 3 - образования средне-верхнечетвертичных вулканов, 4 - голоценовые вулканы, 5 - верхнеплейстоценовые и голоценовые рыхлые отложения; 6-8 - типы вулканических построек: 6 - щитовые вулканы: а - крупные, б - малые, 7 - стратовулканы, 8 - ареальные зоны, образования трещинных зон и боковых прорывов; 9 - шлаковые конусы, маары; 10 - крупные кратеры, кальдеры; 11 - вулкано-тектонические разрывы; 12 - протяженные высокоградиентные зоны  $\Delta g$ , интерпретируемые как разломы; 13 - границы зоны отрицательных значений  $\Delta Ta / \Delta Tl$ , интерпретируемые как разломы, ограничивающие Центрально-Камчатскую депрессию; 14 - основные предполагаемые нарушения по гравиметрическим данным; 15 - зоны отрицательных значений изоаномал, интерпретируемые как впадины; 16 - основные структурные зоны: I - Центрально-Камчатская (Центрально-Камчатский вулканический пояс), II - Восточно-Камчатская (неоструктуры: IIa - Центрально-Камчатская депрессия, IIб - Восточно-Камчатский вулканический пояс); 17 - основные глубинные структуры на схеме обозначены цифрами в квадратах: I - Ключевской горст, 2 - Киреунская впадина, 3 - Козыревская впадина, 4 - Халиченская впадина; 18 - вулканы на схеме обозначены цифрами в кружках: I - Шиведуч, 2 - Харчинский, 3 - Заречный, 4 - Ближний, 5 - Дальний Плоский, 6 - Средний, 7 - Ключевской, 8 - Камень, 9 - региональная трещинная зона, 10 - Караульный, 11 - Лавовый Шип; 19 - районы 7 и 8-балльных землетрясений /37/; 20 - линия разреза к рис.3

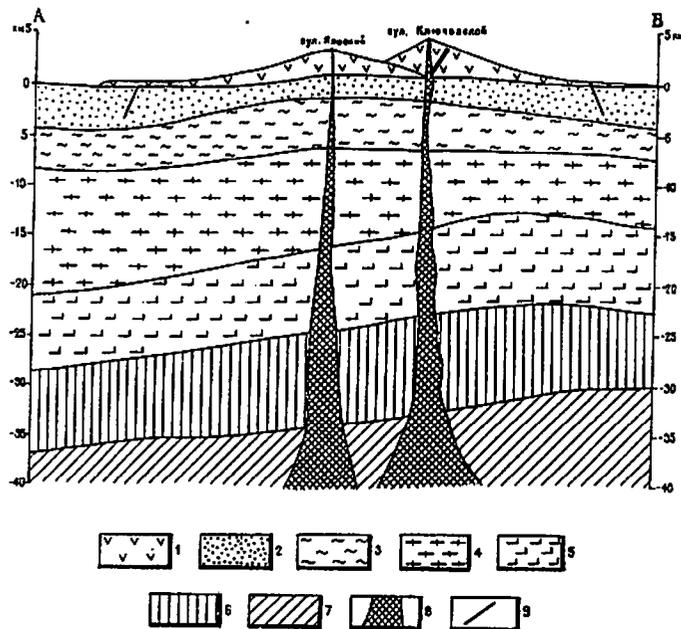


Рис.3. Схематический геологический разрез по данным глубинного сейсмического зондирования /2/ в тектонической схеме (рис.2). Масштабы горизонтальный и вертикальный 1:500 000

1 - четвертичные вулканогенные образования; 2 - неогеновые и палеогеновые отложения; 3 - верхнемеловые отложения; 4 - "гранитный" слой; 5 - "базальтовый" слой; 6 - переходная зона; 7 - верхняя мантия; 8 - магматические каналы (сквозькоровые разломы); 9 - разрывные нарушения

ные эффузивы, а вулканогенно-осадочные отложения алнейской серии играют роль фундамента для них. Вулканическая структура пояса для данного участка неясна, так как не выяснены источники излияний базальтовых покровов на большей части Срединного хребта. Они могли быть связаны с крупным щитовым аппаратом, верхинная часть которого располагалась, судя по углам наклона покровов, за пределами района работ. Небольшие поля базальтов, тянущиеся цепочкой северо-восточного простирания у подножия Срединного хребта, могут представлять собой реликты зоны ареального вулканизма, узкой полосой протягивавшейся по границе депрессии и пояса. Последний отчетливо выражен зоной (рис.4) положительных относительно невысоких значений  $\Delta T_a /33/$ . На гравиметрической же карте рассматриваемый участок пояса совпадает с полем пониженных и отрицательных значений силы тяжести (рис.5). В бассейне р.Большой располагается обширный  $35 \times 10$  км минимум интенсивности в 10 мгл. Характер поля силы тяжести на площади работ не отражает структуру Центрально-Камчатского пояса, а обусловлен строением более глубоких частей земной коры. Восточное ограничение пояса не выражено.

Структура фрагмента Восточно-Камчатского вулканического пояса на площади ласта сформирована вулканами Ключевской группы и Харчинского хребта и лучше всего обозначается терминами "узел вулканов" или "долгоживущий вулканический центр". Здесь расположено примерно 50% площади Ключевской группы вулканов, развивавшихся со среднеплейстоценового времени по настоящее время.

Строение этого долгоживущего центра характеризуется сочетанием разнородных вулканических форм, сближенных в пространстве, наложенных друг на друга. Выделяется постамент Ключевской группы, представлявший собой, видимо, многовыходной щитовой аппарат. Диаметр его, судя по выходам мегалагиофировых лав в основании восточных склонов Ключевского вулкана, был равен современному диаметру Ключевской группы и высота, возможно, превышала 2000 м. На этот постамент насажены сближенные стратовулканы Плоских сопок, Средний, Камень и Ключевской. Последний является наиболее молодым аппаратом. Такую относительно простую конструкцию - крупный пологий конус с несколькими вершинами - осложняют небольшие щитовые верхнеплейстоценовые вулканы на западных и северных склонах вулканов Плоских сопок (Лавовый Шип, высоты 950 м, 417 м) и образования боковых прорывов влк.Ключевского. Кроме того, на всю структуру наложена голоценовая зона трещин-

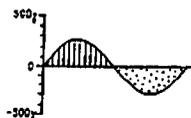
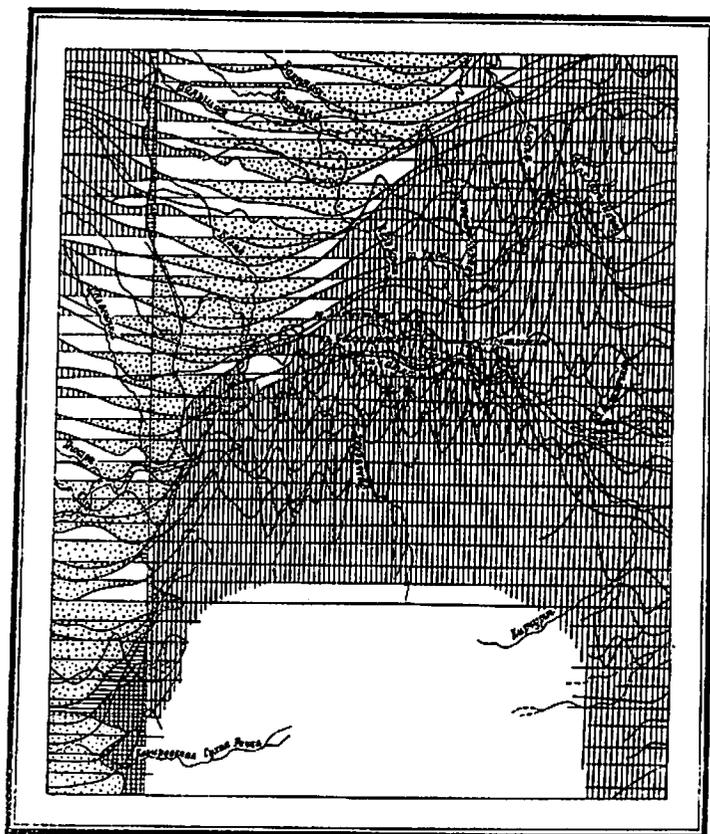


Рис.4. Карта графиков  $\Delta T_a$

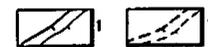
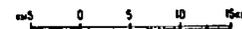
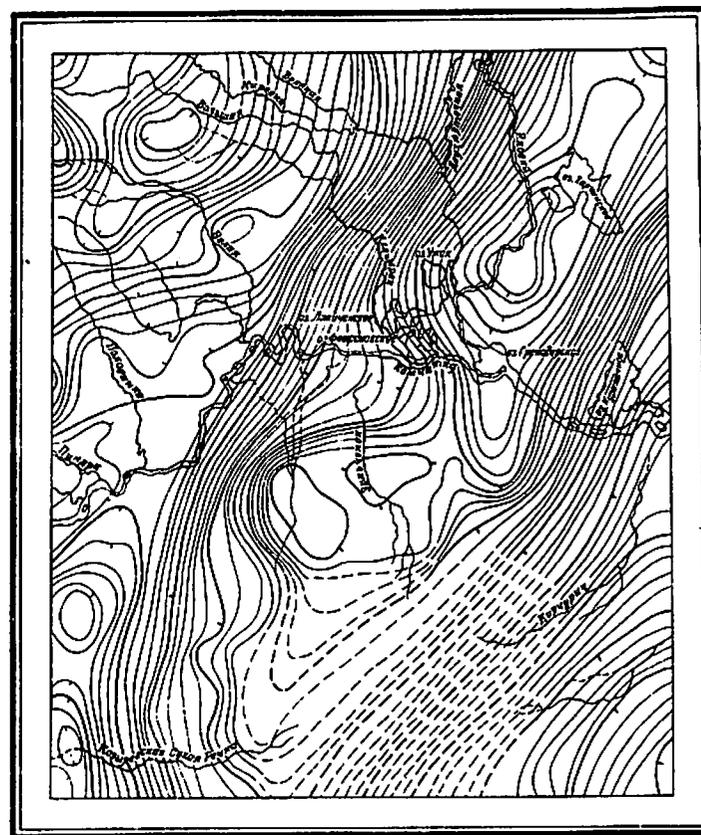


Рис.5. Гравиметрическая карта

1 - линии изоаномал (бергштрихи в направлении уменьшения значений силы тяжести) по данным гравиметрической съемки масштаба 1:200 000 /23/; 2 - линии изоаномал по данным гравиметрической съемки масштаба 1:1 000 000 /25/

ного вулканизма, пересекающая группу стратовулканов в северо-восточном направлении. Ширина зоны 5–15 км. Шлаковые конусы и маары в ее пределах формируют цепи, субпараллельные общему направлению зоны. Среди вулканоструктурных форм более мелкого порядка можно выделить эксцентрично расположенные кальдеры на вершине Плоских сопок с диаметром 6,5х5,5 км и 4,5х3,5 км и высотой окружающих стен до 500 м. К ним относятся радиальные и горизонтальные цепи кратеров и шлаковых конусов, а также ложбины баранкосов.

С севера к Ключевой группе примыкает вулканический Харчинский хребет, который является в вулканоструктурном отношении небольшим двучленным меридиональным звеном, состоящим из вулканов Харчинского (диаметр около 12 км) и Заречного (диаметр 7–8 км). Вулканическая структура Харчинского хребта осложнена небольшим наложенным на стратовулканы полем ареального вулканизма. В расположении шлаковых конусов не выделяется линейных звеньев и цепей. Типично кучное беспорядочное их проявление. Более мелкие вулканоструктурные формы выражены проявлением концентрических кальдер взрыва на влк. Заречном.

В целом Восточно-Камчатский вулканический пояс отчетливо выражен в магнитном поле положительными значениями  $\Delta T_a$  (см. рис. 4), а все вулканические аппараты имеют определенную приуроченность к крупному максимуму силы тяжести шириной 25–30 км, простирающемуся через всю территорию в северо-восточном направлении. Он ограничен по простиранию с запада и востока высокоградиентными зонами 5–6 мгл/км. Центральные части всех выделенных в Восточно-Камчатском вулканическом поясе стратовулканов проектируются непосредственно на восточную градиентную зону максимума (ее ширина 7–10 км). Она, видимо, отражает положение глубинного разлома, обусловившего возникновение вулканических аппаратов. Сквозькорая природа такого разлома подтверждается данными комплексных геофизических исследований.

Западное градиентное ограничение регионального максимума по данным метода обращенных волн землетрясений связано с мало-глубинным и малоамплитудным нарушением, проникающим на глубину всего около 2 км /19/.

Центрально-Камчатская депрессия – отрицательная неоструктура, разделяющая вулканические пояса, соответствует пойменной части долины рек Камчатки и Еловки, полностью закрытой четвертичными рыхлыми отложениями мощностью до 400 м /41/. Ширина неоструктуры, имеющей северо-

восточное простирание, от 10 до 20 км. Депрессия в значительной мере совпадает в плане с зоной отрицательных значений  $\Delta T_a$  (см. рис. 4), однако на гравиметрической карте отражается лишь ее восточная граница. Она выражена западной высокоградиентной зоной северо-восточного простирания, соответствующей западной границе Восточно-Камчатского пояса. Западное ограничение депрессии в гравиметрическом поле не выражено.

#### Глубинное строение района

Глубинное строение изучалось комплексом геофизических методов. На территории листа проведено глубинное сейсмическое зондирование /2/, ее структура изучалась методом обменных волн /19/, преломленных волн /29/, электроразведкой /41/. Результаты этих исследований согласуются с данными площадных аэромагнитных /33/ и гравиметрических работ /21, 23, 25/.

По данным глубинного сейсмического зондирования /2/ земная кора в районе Ключевой группы вулканов относится к континентальному типу (см. рис. 3). Мощность "гранитного" слоя 12–15 км, мощность "базальтового" слоя 8–10 км. Граница коры и мантии (граница М) не выражена в виде единого пограничного слоя, а представляет собой переходную зону "кора – мантия" с глубинами 28–42 км. Замечательной чертой строения земной коры и мантии является наличие под Ключевским вулканом аномальной зоны на глубинах 60–50 км, в которой не прослеживаются сейсмические границы. Аномальная зона интерпретируется как магматический очаг вулкана.

По мнению О.Д. Вередагина, проводившего на площади листа работы МОБЗ, земная кора имеет черты субокеанической коры /19/. Ее мощность колеблется от 27 до 37 км при мощности "гранитного" слоя от 5 до 13 км, а "базальтового" от 7 до 19 км.

Глубинная структура площади работ – это структура прогиба, характеризующегося сложнотектоническим строением. Прогиб осложнен поднятием Ключевского горста, который разделяет его на западную и восточную ветви /23/.

Результаты комплексного анализа материалов показывают, что гравиметрическая карта наиболее четко отражает глубинное строение района, при этом основной гравитирующей поверхностью является поверхность мезозойского фундамента /8/. В связи с этим обширный максимум силы тяжести северо-восточного простирания совпадает в плане с выступом мелового фундамента, залегающего

под кайнозойским чехлом на глубине не более 2 км. К западу и востоку от границ Ключевского максимума (горста) мощность кайнозойских образований резко возрастает.

На площади работ в пределах западной ветви прогиба выделяются отрицательные аномальные зоны: Козыревская (Козыревская впадина), Большая (Киреунская впадина). Они разделены слабо положительным полем, отражающим, по мнению Г.И.Декиной, относительно приподнятый блок мезозойского фундамента /23/. Восточная ветвь прогиба представлена крайней западной частью Хапиченской зоны (впадины).

Киреунская впадина (35х10 км, интенсивность - 10 мгл) имеет глубину кайнозойского чехла до 5100 м /21/.

Козыревская впадина (35х20 км, интенсивность - 8 мгл) исследована более детально. В ее пределах предполагаются следующие мощности слоев земной коры: кайнозойского чехла - 4-5,8 м (за пределами впадины - 2 км), мезозойских отложений - 6 км, "гранитного" слоя - 6,8 км, "базальтового" слоя - 14-19 км. Мощность земной коры 35-37 км /19/.

В Хапиченской впадине (30х25 км, интенсивность - 38 мгл) мощность послемеловых отложений 4 км, "гранитного" слоя - 8,5 км. Мощность "базальтового" слоя 13,5 км, общая мощность коры 27-30 км.

В пределах Ключевского горста отмечаются максимальные мощности "гранитного" слоя (8-12 км) при значительных мощностях "базальтового" (13-18 км) слоя и меловых отложений (до 8 км). Общая мощность коры в его границах 28-33 км.

Впадины в пределах прогиба, возможно, имеют различную природу: Киреунская и Козыревская представляют собой структуры в пределах кайнозойского чехла /21,29/, в отношении же Хапиченской впадины ряд авторов /7,8/ высказывает мнение как о зоне разуплотнения на глубинах более 20 км. В связи с этим оправданы рекомендации А.Н.Портнова о параметрическом бурении в пределах потенциально нефтегазоносных структур Козыревской и Киреунской впадин /29/.

### Разрывные нарушения

Основные сведения о региональных дизъюнктивных дислокациях приводятся по комплексу геофизических данных, так как на площади работ развиты слабодислоцированные и недислоцированные четвертичные и плиоценовые образования. Вдоль разрывных нарушений

нет смещений четвертичных отложений, поэтому большая их часть не показана на геологической карте (см.рис.2).

Наиболее отчетливое тектоническое ограничение в физических полях имеет Ключевской горст северо-восточного простирания. Он ограничен с севера и запада двумя субпараллельными зонами тектонических нарушений (азимут простирания  $30^{\circ}$ ), выраженными в гравиметрическом и магнитном полях. Обе эти зоны нарушений протягиваются через весь район за его пределы. Западная зона (это западная граница Восточно-Камчатского пояса) выражена сменой спокойного отрицательного поля  $\Delta T_a$  возмущенным положительным магнитным полем (см.рис.4). На гравиметрической карте этой границе соответствует высокоградиентная зона шириной 5-6 км (см.рис.5). По данным глубинного сейсмического зондирования западной зоне соответствует сброс с глубиной проникновения в кору до 2 км и амплитудой 200-500 м. Восточной границе горста соответствует градиентная зона шириной до 10 км. На эту зону проектируются центры всех стратовулканов Ключевской группы, Харчинского хребта, участки трещинного и ареального вулканизма. По данным глубинного сейсмического зондирования ей соответствует глубинный сквозькоровый разлом, который обусловил появление и деятельность рассмотренных вулканов Восточно-Камчатского пояса. Эта же зона является пограничной, разделяющей на территории листа районы семи - (к западу от нее) и восьмибальной сейсмичности (см.рис.2).

Все остальные нарушения, предполагаемые по данным геофизических исследований, сопряжены с указанными региональными разломами. Ключевской горст разделен на блоки грабен север-северо-западного простирания. Он прослежен в поле силы тяжести изгибом изоаномал и имеет, видимо, отражение в глубинном строении, так как на карте /23/ трансформированного поля (карта локальной составляющей, радиус усреднения 26 км) этот участок выражен отрицательной аномалией субширотного простирания. Его ширина 5-7 км, длина по простиранию 20-25 км. В магнитном поле грабен выражен широтной переходной зоной от участка умеренного интенсивного поля на севере к возмущенному полю на юге над Ключевской группой вулканов (см.рис.4). Переходная зона совпадает с широтным отрезком долины р.Камчатки. Ограничивающие грабен нарушения параллельны его простиранию. Северное из них совпадает с долиной р.Камчатки, южное простирание вдоль северного подножия Ключевской группы. Грабен структурно отделяет от нее звено вулканов Харчинского хребта.

В пределах западной ветви Центрально-Камчатского прогиба система северо-западных и северо-восточных нарушений разбивает эту часть прогиба на дифференцированные блоки. Здесь эти нарушения выделяются малоградиентными зонами  $\Delta g$  по краевым частям положительных и отрицательных аномалий, соответствующих опущенным и приподнятым блокам. Одно из таких нарушений восток-северо-восточного простирания, совпадающего с долиной р. Камчатки в районе Козыревского совхоза - устье р. Половинной - является северной границей Козыревской впадины. Субширотная северо-западная градиентная зона, простирающаяся от оз. Белого к истокам р. Половинной, отделяет блок с Киреунской впадиной. Часть нарушений предполагаемых по структуре поля силы тяжести не находит отражение в современном рельефе и в геологическом строении плиоцен-четвертичного чехла.

Редкие нарушения, выделяемые по геоморфологическим и структурным признакам (прямолинейные элементы долин, уступов склонов, цепи шлаковых конусов и т.д.), имеют характер разрывов. Они наблюдаются на площади работ в пределах Срединного и Харчинского хребтов. Простирание разрывов преимущественно северо-западное и северо-восточное. Вдоль них не отмечено зон брекчирования, гидротермально-измененных пород. Их протяженность 5-10 км.

Разрывы в пределах Ключевской группы имеют вулканотектоническое происхождение и фиксируются радиальными и горизонтальными цепями шлаковых конусов, ложбинами баранкосов. Предполагаемая протяженность таких разрывов около 10 км. Несколько линейментов определено на космических снимках по смене фототона. Это прямолинейные зоны, интерпретируемые как разрывы, протягиваются согласно долинам р. Камчатки и Еловки, вдоль подножия Срединного хребта.

#### Краткая история геологического развития района

С миоцена по настоящее время район испытал ряд сложных преобразований. В плиоцене на его территории существовал мелководный морской бассейн, береговая линия которого проходила вблизи западной границы листа, о чем свидетельствует совместное нахождение морской фауны и остатков древесной растительности /39/. В конце плиоцена на смежной к западу территории в пределах Центрально-Камчатского пояса активизировался андезитобазальтовый субаэральный вулканизм, происходивший на фоне общего воздымания территории и осушения морского бассейна. В Срединном

хребте в истоках рек Белой, Половинной, Крюки, Кахтун осадки нижней толщи алнейской серии перекрыты плиоценовыми вулканитами на отметках 600-800 м. В пределах района позднеплиоценовые вулканы не обнаружены. В раннем плейстоцене в Срединном хребте происходят характерные для всего Камчатского региона излияния базальтов, формирование щитовых вулканов, зон ареального вулканизма. В дальнейшем для западной части района вулканизм не характерен, хотя на смежных территориях формируются в среднем и верхнем плейстоцене такие крупные аппараты как Алней-Чашаконджа. В это время весь активный вулканизм на площади листа перемещается к востоку в пределы Ключевского горста, на восточном фланге которого активизировался глубокий сквозькоровый разлом. В среднетертичное время формируются сопряженные с ним стратовулканы Харчинского хребта и громадный щитовой аппарат основания Ключевской группы, который к началу верхнего плейстоцена превратился в сложный щитовидный вулкан высотой выше 2000 м и диаметром до 80 км. Продукты плиоцен-плейстоценовой вулканической деятельности заполняли Центрально-Камчатскую депрессию, разделяющую горные вулканические сооружения Срединного хребта и новообразованные аппараты. В верхнем плейстоцене формируется на основании щитового вулкана стратовулкан Плоских сопков высотой свыше 4000 м. Все вулканические и горные сооружения становятся центрами горно-долинного оледенения, происходившего в две стадии. Следы ранней стадии мы находим лишь в отрогах Срединного хребта. В верхнем плейстоцене в Харчинском хребте возникает поле ареального вулканизма, образуются кальдеры влк. Заречного. Грандиозное сооружение Плоских сопков осложняется в начале голоцена новыми стратовулканами Средним, Ключевским, Камнем, зоной трещинного вулканизма. В это время центр вулканической активности приобретает очертания близкие современным. Во второй половине голоцена активно действует на площади работ лишь Ключевской вулкан, деятельность которого характеризуется как терминальными, так и побочными извержениями.

#### ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Рельеф территории листа формировался в зоне проявления максимально активного четвертичного вулканизма и под влиянием плейстоценового горно-долинного оледенения.

Ведущими рельефообразующими процессами в районе явились вулканическая аккумуляция и денудация. В целом характерна отно-

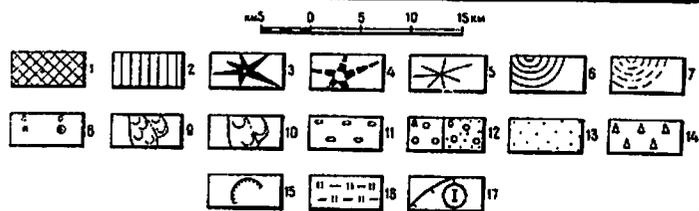
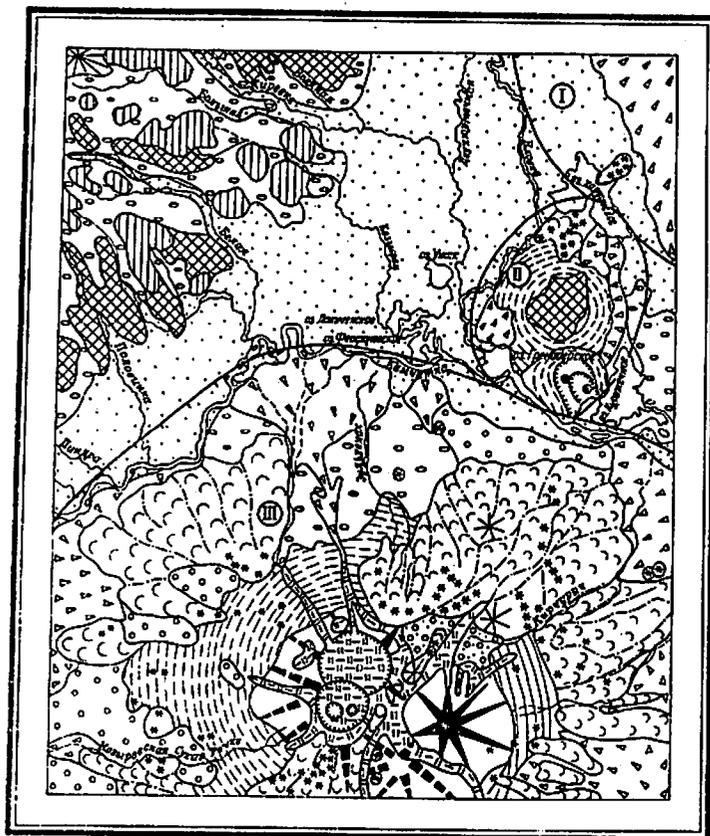


Рис.6. Геоморфологическая схема

1 - эрозионно-экзарационный рельеф позднечетвертичного возраста;  
 2 - структурно-денудационный рельеф позднечетвертичного возраста (слабонаклонные или горизонтальные поверхности); 3-10 - вулкано-генно-аккумулятивный рельеф: 3, 4 - крутые конические поверхности: 3 - вершинной части Ключевского вулкана, не нарушенные или слабо нарушенные голоценовой ледниковой экзарацией, 4 - вершинных частей стратовулканов, обработанные верхнеплейстоценовыми и голоценовыми ледниками, 5 - пологие конические поверхности небольших щитовых вулканов голоценового возраста, 6,7 - конические поверхности средней крутизны: 6 - с ложбинами барранкосов голоценового возраста, 7 - обработанные ледниками, позднеплейстоценового возраста, 8: а - шлаковые конусы, б - мелкие лавовые купола, некки; 9, 10 - поверхности наклонных холмистых равнин, сформированных лавовыми потоками: 9 - голоценового возраста, 10 - затронутые позднеплейстоценовой экзарацией; 11-14 - аккумулятивный рельеф: 11-12 - холмистые, плоские наклонные и горизонтальные поверхности ледникового и водно-ледникового генезиса: 11 - позднеплейстоценового возраста первой стадии, 12: а - верхнеплейстоценовые 2-й стадии и б - связанные с современными ледниками, 13 - плоские горизонтальные поверхности аллювиальных равнин, 14 - плоские наклонные поверхности современных пролювиальных и флювиогляциальных равнин; 15 - уступы отрицательных форм вулканического происхождения; 16 - ледники; 17 - границы морфоструктур центрального типа ① - Шиведучской, ② - Харчинской, ③ - Ключевской

сительная молодость форм рельефа, созданного при преобладании аккумулятивной деятельности над эрозионной.

Площадь листа объединяет три крупные морфоструктуры, резко отличающиеся рельефом друг от друга. Две из них — Срединный хребет и Ключевская группа вулканов являются положительными, а третья — представляет собой аккумулятивную равнину Центрально-Камчатской депрессии. Среднеплейстоцен-голоценовые стратовулканы формируют морфоструктуры центрального типа: Ключевскую, Харчинскую, Шивелучскую, границы которых выделяются гидросетью и цепями озер (рис. 6). Шивелучская морфоструктура заходит на площадь листа лишь своей периферической зоной.

В Срединном хребте развит выработанный рельеф, структурно-денудационный рельеф и аккумулятивные равнины ледникового генезиса. В Ключевской группе сочетаются аккумулятивные типы рельефа вулканогенного, водного и водно-ледникового генезиса.

#### Эрозионно-экзарационный (выработанный) рельеф позднечетвертичного возраста

Среднерасчлененный крутосклонный и сглаженный рельеф в областях четвертичного горно-долинного оледенения развит в предгорьях Срединного хребта в междуречьях Киревны, Белой (хр. Черный) и Половинной. Его абсолютные отметки колеблются от 800 до 200 м, плавно понижаясь на юго-восток. Относительные превышения бортов трогов над днищами долин составляют 600–150 м. Крутизна склонов речных долин до 20–30° для рельефа, выработанного среди четвертичных эффузивов; для вулканогенно-осадочного субстрата более типичны плавные склоны и слабо всхолмленные поверхности. Небольшой участок такого рельефа развит на вершине Харчинского вулкана, где горно-долинные верхнечетвертичные ледники сформировали интенсивно расчлененное среднегорье.

#### Структурно-денудационный рельеф

Описываемая категория рельефа выделена в северо-западной части территории листа в предгорьях Срединного хребта. Рельеф сформирован на субстрате нижнечетвертичных эффузивов главным образом под влиянием позднечетвертичной экзарации. Он характеризуется сочетанием первичного вулканогенного рельефа и ледниковых экзарационных форм. Остатки плоских, слабо наклонных (до 5°) поверхностей нижнечетвертичных покровов отмечены в меж-

дуречьях Киревны и Белой (хр. Черный), Белой и Половинной. Здесь абсолютные отметки поверхностей изменяются от 700 до 200 м. У восточного подножия Срединного хребта отмечаются изометрические участки плоских поверхностей абсолютной высотой 150–300 м. Ширина таких поверхностей от 1 до 5 км. На них отмечаются небольшие скальные или куполовидные останцы, представляющие собой некие небольшие шлаковых конусов на фундаменте лавовых покровов, вероятно, образованных в процессе ареального вулканизма у подножия нижнечетвертичных щитовых вулканов. На этих поверхностях, как правило, отмечается моренный микрорельеф, благодаря присутствию присыпки ледниковых отложений.

#### Вулканогенно-аккумулятивный рельеф

В этой крупной геоморфологической категории различаются рельеф руин среднечетвертичных вулканов, более молодых плейстоценовых и голоценовых стратовулканов. Типы этого рельефа формируют небольшие поля ареального вулканизма и побочные излияния исторических извержений Ключевского вулкана. Этот рельеф, предопределенный деятельностью вулканов Ключевской группы и Харчинского хребта, развит более чем на половине площади листа. Рельеф вулканических построек зависит от характера вулканической деятельности и их возраста. Вулканические сооружения чрезвычайно обширны: диаметр до 60 км, относительная высота до 4500 м. В связи с этим рельефообразующие процессы в разных частях вулканических групп различны и зависят от конкретного пространственного (высотного) положения участка. Вулканическая деятельность крупных стратовулканов также подчиняется высотной зональности: их вершины сформированы терминальной, главным образом пирокластической активностью, а рельеф склонов и подножий образован преимущественно излияниями лав во время трещинных извержений. Все это предопределило выделение нескольких типов вулканогенного рельефа, сочетающихся в пределах одной постройки. В пределах Ключевской группы отчетливо выделяется рельеф вершин стратовулканов, средних частей их конусов и лавовых равнин склонов и подножий.

Крутая коническая поверхность вершины Ключевского вулкана (выше абсолютных отметок 1400–1600 м) представляет собой крутосклонный (20–40°) конус, вершина которого увенчана кратером. Склоны очень слабо эродированы и сформированы современными лавами и тейфрой терминальных извержений. В периоды между извержениями

на нем успевают выработаться лишь неглубокие (1-5 м) и сравнительно узкие (5-15 м) радиальные ложбины. Форма кратера менялась много раз в историческое время. Несколько раз за последнее 200 лет кратер исчезал, вершина была острой /7/. В настоящее время диаметр кратера по верхней кромке 700 м, а глубина 550-600 м. В 1978 г. кратер был заполнен лавой, частично перетекавшей на склоны /27/. В северной части северо-восточный склон конуса прорезан шаррой глубиной до 200 м и шириной до 400 м. К этому же типу конусов можно отнести и голоценовый вулкан Средний, высота которого 290 м, диаметр основания 2,5-3 км. Основание его склонов обработано современным ледником. На восточном склоне видна эрозионная ложбина.

Крутая коническая поверхность постройки Плоская Ближняя и Плоская Дальняя в отличие от конуса Ключевского вулкана нарушена радиальными глубокими каньонообразными долинами, трогами, заполненными частично современными ледниками. Крутосклонный конус имеет высоту основания на западных склонах 1500-1700 м, а его усеченная вершина расположена на отметках 3900-4100 м. Крутизна склонов колеблется от 20 до 35°. Глубина долин, прорезавших склоны, 200-300 м. Вершина усеченного конуса увенчана комплексом вулканогенных отрицательных форм. Отчетливо выделяются две эксцентрично расположенные кальдеры, в плане имеющие форму, близкую к кругу. Размер большей из них 6,5-5,5 км, меньшей, смещенной к югу, - 4-3,5 км. Внешняя кальдера срезает край Ближней Плоской сопки, окруженной крутой стеной высотой до 500 м. Внутри кальдеры находится пологий вулканический конус, в тело которого вложена внутренняя кальдера. Высота ее стены 100-150 м. У ее южного края располагаются два крупных пологих лавовых конуса с кратерами диаметром в сотни метров. И.В.Мелекесцев из-за отсутствия взрывных отложений, сопряженных с этими формами, относит эти кальдеры к типу Килауэа (гавайский тип), образование которого связано с оттоком магматического расплава от вершины к крупным трещинам на склонах /12/. Вершинные формы имеют идеальную сохранность и, вероятно, в связи с этим мы можем предположить их голоценовый возраст.

К этому же типу рельефа относится и та часть конуса влк.Камень, которая находится на территории листа (от отметки 1500 до 4595 м). Вулкан имеет резко асимметричное строение. Западная часть вулкана представляет собой крутосклонный конус, основание которого интенсивно изменено ледниковой экзарацией.

Восточная часть обрывается почти отвесно от вершины до высоты 2300 м. Б.И.Пийп /13/, Т.С.Краевая /12/ полагают, что это плоскость сброса, по которому была обрушена восточная половина вулкана. Два узких гребня разделяют нижнюю часть этого склона на три крупных цирка, образование которых связано, видимо, со сбросом. Характерными формами этого типа рельефа являются узкие гребни отпрепарированных даек длиной от сотни метров до 2 км. Они отмечаются в большом количестве на западных склонах вулканов Дальняя Плоская и Ближняя Плоская.

Конические поверхности средней крутизны (10-20°) отмечены в средних частях склонов вулканов Ключевской группы. Они же развиты на склонах вулканов Харчинского хребта. Выделяются два подтипа этого рельефа: склоны измененные позднеплейстоценовым оледенением и нетронутые экзарацией этого возраста (Ключевской вулкан). Высотные отметки этого рельефа на склонах Плоских сопки приурочены к интервалу 400-1700 м, а на Ключевском вулкане 600-1600 м. В целом нижняя граница этого рельефа устанавливается на аэрофотоснимках по исчезновению древесной растительности. Для голоценовых поверхностей характерна весьма слабая эрозионная расчлененность, но в отличие от рельефа верхней части конуса Ключевского вулкана для этой части типичны неглубокие (до 5 м) прямолинейные рытвины шириной 10-50 м, заложившиеся на трещинах радиальных извержений (рытвина Апахончич, Белокай и др.). Эрозией они превращены в ложбины. Некоторые из них заняты узкими ледниками, спускающимися со склонов. Расстояние между ложбинами в среднем 0,5-1 км, их длина 4-10 км. Они имеют, видимо, вулканотектонический генезис. Границы потоков на этих участках склона почти не дешифрируются из-за чехла современных флювиогляциальных и пролювиальных отложений. Очень типичен для этого рельефа струйчатый рисунок микрорельефа, хорошо видный на аэрофотографиях. Сравнительно редкие для этого рельефа шлаковые конусы имеют прекрасную сохранность.

Рельеф склонов Плоских сопки и Харчинского хребта при той же крутизне, в общем, конической поверхности имеет следы интенсивной позднеплейстоценовой экзарации. На участках этого рельефа расположены глубокие и узкие радиальные троговые долины, занятые отчасти современными ледниками (Бильченок, истоки Рыбразводской и Козыревской сухих рек). Долины истоков сухих рек, не являющиеся трогами, представляют собой прекрасно разработанные ящикообразные долины. Поверхности несут следы полупокровного

ледника, вследствие чего границы лавовых потоков плохо выражены, а шлаковые конусы почти все разрушены экзарацией.

Рельеф вулканов Харчинского хребта (Харчинского и Заречно-го) интенсивно нарушен верхнеплейстоценовой ледниковой экзарацией. Но коническая форма гор вполне сохранилась, хотя вершина Харчинского вулкана разрушена эрозионно-экзарационными процессами, и на ней наблюдается небольшая отрицательная эрозионная форма. Диаметр его основания 13-15 км, относительная высота 1400 м. Параметры Заречного вулкана: диаметр 8 км, относительная высота 650 м. Его вершина уничтожена мощными двукратными взрывами, в результате чего образовались две овальные взрывные кальдеры диаметром 5 и 2 км, валы которых расположены концентрически. Относительная высота уступов кальдер достигает 200 м. Поверхность склонов усложнена многочисленными неками и шлаковыми конусами.

Пологие конические поверхности небольших щитовых вулканов отмечены как в пределах Ключевской группы, так и на склоне Срединного хребта. Этот рельеф развит на голоценовом вулкане Лавовый Шиш (высота 1734 м), на верхнеплейстоценовых аппаратах г. Караульная (1115 м) и на высоте 832 м в истоках р. Большой (Срединный хребет). Диаметры конусов 2-3 км, относительные превышения 200-250 м, углы наклона склонов 5-10°. Склоны высоты 832 м и г. Караульной имеют плавный сглаженный профиль. Поверхность Лавового Шиша неровная, западная, холмистая, обусловленная рельефом слагающих его лавовых потоков.

Выделяемые в самостоятельный тип рельефа холмистые наклонные лавовые равнины развиты в средних и нижних частях склонов Ключевской группы, у северного подножия Харчинского вулкана. Создание этого типа рельефа обусловлено позднелайстоцен-голоценовыми эффузивными излияниями из паразитических центров на склонах вулканических групп, а также у их оснований на поверхности аллювиально-пролювиальных равнин. Площади склонов с таким рельефом колеблются от 20-50 до 200-300-500 км<sup>2</sup>. Диапазон высотных отметок рельефа колеблется от 0-100 до 1000-1500 м. Там, где лавы изливались на склон, сформированные ими поверхности имели наклон до 15° (северные и южные склоны Плоских сопки), а у подножия крупных вулканов эти равнины не имеют ясно выраженного наклона. Границы лавовых потоков определяются ложбинами. Длина потоков колеблется от сотни метров до 10-13 км, ширина - сотни метров-километр.

Голоценовые лавовые потоки часто сохраняют микрорельеф своей поверхности: бортовые валы, валы напора, фестончатую форму в плане фронтальной части. Рельеф исторических лавовых потоков обусловлен часто типом излияний (глыбовый поток - поток из кратера Белюкай или поток канатной лавы). Позднелайстоценовые и часто раннеголоценовые лавовые равнины, несущие на поверхности следы экзарации или моренной присыпки, не выявляют своего микрорельефа.

На них наблюдаются провальные воронки диаметром от 3 до 20 м и глубиной 3-5 м. Отмечаются крупные провальные формы площадью до 8000 м<sup>2</sup>. Они связаны с наличием пустот в лавовых потоках.

Характерной формой этих равнин являются шлаковые конусы и отрицательные формы типа кратеров и кратеров. Только в пределах Ключевской группы на площади работ их отмечается более 100 /12/. Шлаковые конусы являются сравнительно небольшими вулканическими формами. Их поперечник у основания не превышает 1,3-1,5 км, высота 300-350 м. Наиболее распространены формы с диаметром основания 200-300 м, а высотой - 60-100 м. Значительная часть их приурочена к линейной зоне с азимутом простираения 25-45°, пересекающей Плоские сопки через вершины. Внутри зоны некоторые шлаковые конусы сгруппированы в цепи, простирающие которых совпадает с простираемостью зоны.

Однако большинство шлаковых конусов как в пределах Ключевской, так и Харчинской группы не связано с линейными зонами. К ним относятся конусы в секторе Ключевской сопки. Составляющие эту группу шлаковые конусы не имеют заметной общей ориентировки, хотя и здесь многие из них образуют короткие цепочки из 3-4 конусов как радиального, так и поперечного радиуса направления (радиальная линия Козей-Белюкай прорыва 1938 г., поперечная линия на склонах Лавового Шиша). Для лавовых равнин у северного подножия Харчинского вулкана и западных склонов Плоских сопки не характерна какая-либо ориентировка в расположении отдельных групп. Форма шлаковых конусов зависит от механизма извержения (пирокластический, излияния), уклона подстилающей поверхности, абсолютной высоты и возраста. Все эти факторы значительно разнообразят морфологию шлаковых конусов. Наиболее хорошо сохранились голоценовые конусы, расположенные ниже зоны влияния современных ледников. Они имеют идеальную форму, сохранили кратерные углубления диаметром в десятки метров и глубиной до 10-20 м. Наиболее крупной кратерной воронкой является кратер Козей, об-

разовавшийся в 1938 г. Его размеры в плане 150x180 м, глубина 30 м, высота окружающего вала 5 м. Относительно более древние раннеголоценовые шлаковые конусы, расположенные у вершин стратовулканов, несут следы эскарзации или пирокластической присыпки. Верхнеплейстоценовые конусы часто лишены шлаковой оболочки и выделяются благодаря сохранившемуся центральному неку или спекшейся центральной части. Таковы конусы Харчинского вулкана.

Относительно разная сохранность первичных вулканогенных форм в пределах лавовых равнин предопределила выделение двух подтипов этого рельефа. Первый из них отмечается на склонах Ключевского вулкана, он сформирован голоценовыми, главным образом, позднеголоценовыми, историческими трещинными излияниями базальтов. Второй связан с верхнеплейстоценовыми и раннеголоценовыми излияниями на склонах Плоских сопков и на Харчинском вулкане.

### Аккумулятивный рельеф

Комплекс характеризуемых поверхностей создан позднеплейстоценовой и голоценовой аккумуляцией, при которой решающую роль имела ледниковая, водно-ледниковая деятельность и деятельность речных вод. Вулканизм при создании ледникового, водно-ледникового, аллювиального, пролювиального рельефа влиял, конечно, на скорость создания и размеры тех или иных типов указанной категории рельефа, так как был основным поставщиком аккумуляруемого материала. Не случайно у подножия Ключевской группы сочетаются участки этих типов рельефа.

Ледниковый и водно-ледниковый рельеф широко развит в долинах и на высоких водораздельных пространствах Срединного хребта, у западного подножия Харчинского хребта. Крупные участки равнин ледникового генезиса наблюдаются у северного и западного подножий Ключевской группы. Фрагменты ледниковых и водно-ледниковых наклонных равнин, связанных с современными ледниками, наблюдаются в привершинной части Ключевского вулкана. Отмечается четкая зависимость выраженности холмисто-западинного характера рельефа равнин от мощности ледниковых отложений и их возраста. Например, в предгорьях Срединного хребта типичные поверхности с дуговыми валами конечных морен, западинами, заполненными небольшими озерами, отмечены лишь на широких днищах таких крупных речных долин как Киревна и Половинная. На невысоких водоразделах равнины уже не несут типичных

форм и имеют сглаженный характер. Ледниковые равнины второй фазы позднеплейстоценового оледенения у северного подножия Ключевской группы, на пространстве между озерами Куражечное и Каменное имеют отчетливый холмисто-западинный рельеф. Высоты холмов в среднем равны от 20-30 до 70-80 м. Крутизна их склонов 25-35°. Форма котловин округлая, диаметры их днщ от 10-15 до 200 м. Довольно широко развиты узкие, вытянутые, часто извилистые в плане гряды длиной от 2-3 до 10-15 км, напоминающие озы.

По периферии ледниковых равнин расположены флювиогляциальные равнины, имеющие ровные, наклонные (2-30°) в сторону аллювиальных равнин поверхности. Флювиогляциальные равнины позднеплейстоценового возраста имеют резко подчиненное (по сравнению с ледниковыми равнинами того же возраста) распространение. Поверхность их плоская или очень слабо всхолмленная. Вблизи ледниковых равнин поднимаются небольшие конусообразные холмы и короткие грядки - останцы моря.

У концов большинства современных ледников располагаются незадернованные и незалесенные конечные морены. Для них характерен крутосклонный холмисто-котловинный рельеф. Крутизна холмов около 30°, высота до 10-15 м, вершины острые или куполообразные /12/. Днища котловин вогнутые. Расположение форм беспорядочное. Значительная часть морен имеет ледяное ядро. Конечные морены часто сочленяются с грядами боковых морен, поднимающихся в виде высоких гряд (до 20-50-70 м шириной) вдоль современных ледников. Максимальные площади современных ледниковых равнин - до 20-30 км<sup>2</sup> наблюдаются на северном склоне конуса Ключевского вулкана.

Общая площадь ледников Ключевской группы составляет 223,7 км<sup>2</sup>. И.В.Мелекесцев оценивает их рельефообразующую роль как небольшую из-за сравнительно небольшой мощности льда /12/. Их косвенное же влияние является весьма значительным. Флювиогляциальными водами с большой скоростью разрушаются склоны вулканических конусов, а из вынесенного ими обломочного материала образуются обширные современные пролювиальные (по генезису своему - флювиогляциальные) равнины, широко развитые в зоне подножия Ключевской группы и влк.Шивелуч.

Плоские наклонные поверхности пролювиальных равнин имеют параметры 10x15 км. Максимальная ширина полосы таких равнин достигает 25 км. Они имеют уклон до 10° в верхних частях шлейфов, а на периферии 1-5°. Относительные превышения крупных участков этого

типа рельефа находятся в диапазоне 20–40–200 м. В плане участки таких равнин имеют треугольные очертания. Вершина треугольника по днищам долин сухих рек поднимается на склоны вулканов до высоты 800 м. Шлейфы пролювиальных равнин вокруг вулканов Харчинского хребта имеют меньшие параметры, их ширина не превышает 4 км. Они состоят из мелких конусов выноса, которые отделены друг от друга ложбинами.

Участки крупных пролювиальных равнин прорезаны неглубокими террасированными ложбинами русел сухих рек. Высота террас убывает вниз по течению.

Наиболее крупным элементом аккумулятивного рельефа является аллювиальная равнина долин рек Камчатки и Еловки. Плоская ровная поверхность равнины имеет площадь более 1000 км<sup>2</sup>. В ее формировании приняли участие не только водотоки: значительная часть ее образована в результате заболачивания, заливания, отмирания озер. Ширина равнины достигает 30 км. Ее поверхность почти горизонтальна, абсолютные отметки на громадных пространствах изменяются в пределах 20–30 м. Большая часть равнины занята поймами. Изредка встречаются залесенные участки надпойменных террас 3–4-метрового уровня. В нижних частях долин левых притоков рек Камчатки, Белой, Половинной равнина приобретает рельеф континентальных дельт, подчеркивающийся веерным рисунком ложбин и слабым, но отчетливым наклоном равнины в сторону р. Камчатки. Ширина таких участков 3–5 км, длина 5–6 км. На правом берегу р. Камчатки отмечаются фрагменты высоких террас с отметками 15–20 м. Они прослеживаются на 1–2 км вдоль реки, их ширина до 1,5 км. Генезис террас, судя по характеру их разреза, смешанный аллювиально-пролювиальный.

Большая часть равнины заболочена, имеет кочковатый микро-рельеф.

## ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

На территории листа выявлены проявления и месторождения строительных материалов, связанные с активной вулканической деятельностью в четвертичное время.

Коренных проявлений металлических полезных ископаемых не обнаружено. Шлиховым опробованием установлено присутствие в речных отложениях незначительных концентраций минералов ртути, золота, серебра, меди.

## ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Нефть и горючие газы (совместно)

Рассматриваемая территория считается перспективной на обнаружение месторождений нефти и газа. Она закрыта мощным чехлом рыхлых и вулканогенных четвертичных образований. По данным ГСЗ /2/ и комплекса геофизических исследований /19,21,22,23,29/ предполагается, что мощность кайнозойских отложений в Центрально-Камчатском прогибе превышает 4 км, а общая мощность мезозойско-кайнозойских отложений составляет 6–8 км. Мел-палеогеновые отложения, залегающие в фундаменте Ключевской группы вулканов, выходящие на поверхность в непосредственной близости в хр. Кумроч, имеют благоприятные нефтепоисковые характеристики: повышенная битуминозность, наличие метаборной и нафтеновых кислот в водах подземных источников, среди которых встречаются источники с запахом керосина или со спонтанно выделяющимися горючими газами /27,34/.

Можно предполагать, что в зоне Центрально-Камчатского прогиба могли аккумулироваться углеводороды нефтяного ряда, особенно в районе Хапиченской и Козыревской впадин.

## Торф

На территории рассматриваемого района очень широко распространены озерно-болотные отложения, в разрезе которых встречаются прослой торфа. В 1980–1981 гг. на правом берегу р. Камчатки были опробованы заболоченные участки с целью поиска месторождений торфа /20/. Этими работами на площади листа выявлены и опробованы три заторфованных участка, находящихся в пойме р. Камчатки. Один из них площадью 79 га и мощностью торфа 3,8 м, глубиной залегания 2,8 м расположен в 2 км на северо-восток от свх. Козыревский, другой – на южном берегу оз. Эульченко (его площадь 84 га, мощность торфяного слоя 4,1 м, глубина его залегания 0,4 м), третий – в 6 км ниже по течению от г. Ключи. Площадь последнего 26 га, мощность торфяного слоя 0,8 м, глубина его залегания 0,7 м. Вид торфов травяной, низинный, часто осоковый, осоково-глинистый, имеющий слабую степень разложения, большое содержание песка и пепла, образующих прослой до 2 см. Зольность торфа очень высокая и колеблется от 50 до 85%. Из-за определенных физических свойств он не представляет собой горючее полезное ископаемое и может быть отнесен к органо-минераль-

ным отложениям, которые обычно рекомендуются для использования в качестве бытового топлива, для удобрения и подстилки для скота. Низкое качество торфа обусловлено близостью активных вулканов, непрерывно засоряющих органогенные отложения. Видимо, для поисков торфа высокого качества более перспективны участки долины р. Камчатки, удаленные от подножия Ключевской группы вулканов.

#### МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

##### Цветные металлы

###### Медь

Медные минералы: халькозин, халькопирит и самородная медь образуют несколько ореолов рассеяния на склонах массива Ключевской группы вулканов /27/. Ореолы обнаруживают пространственную приуроченность к активным кратерам и кальдерам вулканов Плоская Ближняя, Плоская Дальняя и Ключевской. Ореолы имеют протяженность вдоль временных водотоков сухих рек от 3 до 10 км. Наиболее часто встречается среди минералов меди халькозин. Содержание его в среднем на пробу не превышает 10 знаков. Наиболее значительные ореолы отмечены на западном склоне в бассейне Рыбразводской Сухой речки (IV-1-1), в истоках рек Бильченок (III-2-1), Кирчурич (IV-3-1), Каменистая, Глубокая (V-4-1) на восточных склонах вулканической группы.

##### Редкие металлы

###### Ртуть

Киноварь довольно часто присутствует в шлиховых пробах, отобранных в аллювиальных отложениях р. Камчатки и ее левых притоков /27/. Содержание ее в пробах, как правило, составляет единичные знаки. Протяженные (более 10 км), но малоинтенсивные ореолы рассеяния киновари можно выделить в нижнем течении р. Половинной (II-1-1) и на р. Камчатке, восточнее г. Ключи. На р. Половинной ореол связан с зоной гидротермально-измененных пород в истоках реки, коренные источники киновари на р. Камчатке множественны.

#### Благородные металлы

##### Золото и серебро

Единичные знаки золота в довольно редких шлиховых пробах (около 10 проб) наблюдались на реках Половинной, Киревне и Камчатке. Самородное серебро встречено в двух пробах — на р. Говянке и р. Белой, где оно связано с измененными породами кратера влк. Чашаконджа, в которых обнаружены концентрации серебра /39/.

#### СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

##### Изверженные породы

###### Основные эффузивы

Несмотря на широкое развитие эффузивных фаций, участков для поисков месторождений камня сравнительно немного, так как большинство лавовых потоков имеют небольшую мощность, невысокое качество строительного камня и значительно удалены от населенных пунктов. Вблизи г. Ключи опискованы два участка Сухой и г. Домашняя /30/. Участок Сухой расположен на правом берегу руч. Сухого в устье его притока руч. Столбового, в 5,5 км юго-восточнее г. Ключи, с которым связан грунтовой дорогой. Участок представляет собой фрагмент андезито-базальтового потока длиной 2,7 км, шириной 450-700 м, его площадь 1,4 км<sup>2</sup>. Он перекрыт суглинками мощностью 2,4-4,6 м. Кровля потока на глубину 4-6 м имеет крупнопористую текстуру и из-за низкой прочности не отвечает требованиям стандарта. Ниже они переходят в мелкопористые и массивные базальты, мощность которых не менее 20-25 м. Они имеют следующую качественную характеристику: объемная масса 2,55 г/см<sup>3</sup>, плотность 2,73 г/см<sup>3</sup>, пористость 6,8%, водопоглощение 1,4%, прочность на сжатие от 800 до 1190 кг/см<sup>2</sup>, дробимость 18,2%, стойкость против силикатного распада 0,205%, стойкость против железистого распада 0,24%, морозостойкость более 100 циклов. Они отвечают требованиям ГОСТ 8267-75 и IO263-74 и могут применяться для получения бетонов марки 300-400, а также в гидротехническом строительстве. Прогнозные запасы качественного строительного камня оцениваются в 14 млн. м<sup>3</sup>. Мощность вскрышных работ 8-10 м.

Залежь г. Домашней (высота 480,9 м) расположена в 8 км к югу от г. Ключи. Она сложена пористыми мегаплагиофировыми базальтами.

## Глины и суглинки

Их площадь 0,5 км<sup>2</sup>. Из-за пористости они имеют низкие качественные характеристики: объемный вес 1,20-1,68 г/см, удельный вес 2,74-2,79 г/см<sup>3</sup>, пористость 39,1-56,98%, прочность 36,3-71,1 кг/см<sup>2</sup>, морозостойкость 25 циклов. Они могут применяться как инертные наполнители при получении облегченных бетонов марки "50-70" при строительстве неответственных сооружений. Прогнозные запасы 36 млн.м<sup>3</sup>.

Источниками строительного камня могут быть фрагменты базальтовых потоков на Козыревской Сухой речке, в 17 км от пос.Козыревск, ниже по течению и на берегу р.Камчатки, в 8 км на северо-восток от пос.Майский. Оба участка связаны с поселками грунтовыми дорогами.

## Вулканические шлаки

Этот вид строительного материала распространен широко на склонах вулканов Ключевской группы и в Харчинском хребте. Вулканические шлаки слагают шлаковые конусы с площадью основания от 5-10 до 100-500 тыс.м<sup>2</sup>, высотой от 40 до 250 м.

В 8 км к югу от г.Ключи находится месторождение шлаков (Ш-4-2) г.Копыто /31/. Площадь месторождения около 0,6 км<sup>2</sup>. Шлаки образуют залежь сложной формы мощностью от 0,8 до 13 м. Максимальная мощность - 45 м приходится на центр конуса. Шлаки перекрыты чехлом флювиальных песков, супесей, суглинков средней мощностью 4,3 м. Разведанные запасы шлаков по состоянию на 1972 г. составили 3073,6 тыс.м<sup>3</sup>, в том числе по кат.В - 887,4 тыс.м<sup>3</sup>, по кат.С<sub>1</sub> - 2186,2 тыс.м<sup>3</sup>, а перспективные запасы (кат.С<sub>2</sub>) были оценены в 3,6 млн.м<sup>3</sup>. Это рыхлые пирокластические отложения от черного до бордово-красного цвета, состоящие из округлых частиц (лапиллей и бомб) размером от 0,15 до 8 см. По размеру обломков они состоят из щебня на 60,55% и песка - на 39,45%. Для использования шлаков в качестве инертного наполнителя бетонов природная смесь нуждается в предварительном измельчении. В целом по своим физическим свойствам шлаки могут использоваться в качестве инертного заполнителя для бетонов марки 75 и как теплоизоляционный материал.

Из других шлаковых конусов, расположенных в относительно доступных участках площади листа, можно назвать города Туило и Подкова, находящиеся в 15-20 км южнее г.Ключи. Перспективные запасы шлаков оцениваются на каждом участке от 1 до 6 млн.м<sup>3</sup>.

Проявление глины расположено на левом берегу р.Камчатки, в 4 км севернее бывшего пос.Кресты. Пласт глины прослеживается над урезом воды на 1,5 км при вскрытой мощности 1 м, ширине превышающей 100 м. Залежь приурочена к основанию пойменной террасы 1,5-2-метрового уровня. Глина перекрыта рыхлыми отложениями мощностью 1-1,8 м. Глина желтого, серого, голубовато-серого цвета. Ее прогнозные запасы более 2000 тыс.м<sup>3</sup>. По химическому составу глины умеренно кислые: SiO<sub>2</sub> - 56,64-58,42%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 16,8-17,39%; FeO - 1,18-1,29%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 4,87-5,95%. Это легкоплавкие, грубодисперсные и непластичные глины, малопригодные для производства обычного строительного кирпича из-за небольшого интервала обжига. Кирпич, получаемый из них, обладает большим водопоглощением и непрочный.

В 5 км ниже по течению от г.Ключи на левом берегу р.Камчатки обнаружена залежь суглинков мощностью 2-4 м /30/. Содержание (в %) песка - 22-61, пыли - 37-68, глины - 2,4-10. Суглинки ранее добывались для получения низкосортного кирпича. В настоящее время разработка залежи прекращена.

## Обломочные породы

## Песчано-гравийные смеси

Песчано-гравийные отложения распространены повсеместно у подножия Ключевской группы вулканов, ими сложены конусы выноса всех сухих рек на склонах вулканов. Их длина достигает 7 км, ширина - 3-4 км, а площадь распространения песчано-гравийных отложений в пределах конуса составляет 5-15 км<sup>2</sup>. Вниз по простирацию наблюдается постепенный переход песчано-гравийных смесей в гравийно-песчаные, а далее в пески.

В окрестностях г.Ключи (Ш-4-3), в нижнем течении ручьев Кирчурич и Столбовой на площади 50 км<sup>2</sup> в 1972 г. были проведены поисково-оценочные работы, в результате которых установлено, что песчано-гравийные смеси на различных участках имеют близкий гранулометрический и литологический состав /32/. На основании поисково-оценочных работ проведена детальная разведка Ключевского месторождения (площадь 1,8 км<sup>2</sup>), которое расположено в 8,5 км на юго-восток от г.Ключи /28/. Оно разведано до глу-

бины 5,5 м, минимальная мощность 1,5 м, вскрышные отложения отсутствуют. Песчано-гравийная смесь состоит из валунов (до 7,5%), гравия (до 35,9%), песка (до 56,6%). Щебень из валунов может использоваться как крупный заполнитель тяжелых бетонов, как бутовый материал и в качестве балласта при строительстве дорог. Гравий пригоден как крупный наполнитель тяжелых и гидротехнических бетонов всех типов и марок и как балласт при отсыпке полотна шоссежных дорог. Песчаная составляющая пригодна в качестве наполнителя для штукатурных и кладочных растворов, бетонов высоких марок. Разведанные запасы песчано-гравийной смеси по кат. В+С<sub>1</sub> составили 1141 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе по кат. В - 492,4 тыс. м<sup>3</sup>. Прогнозные запасы оцениваются более чем в 10 млн. м<sup>3</sup>.

В 2,5 км юго-восточнее этого месторождения в нижнем течении руч. Кирчурич расположен действующий карьер. Песчано-гравийные отложения здесь распространены на площади около 10 км<sup>2</sup>. Карьер отрабатывается на глубину 5 м. К нему проложена от г. Ключи грунтовая дорога длиной 15 км. Запасы песчано-гравийной смеси здесь превышают 50 млн. м<sup>3</sup>.

Поисково-оценочные работы проведены в окрестности этого месторождения /32/. На одной из залежей к северу от него оконтурена площадь развития песчано-гравийных отложений 0,5 км<sup>2</sup>, средней мощностью 2,6 м. Другая залежь изучена на глубину 5,9 м. Прогнозные запасы в районе месторождения оценены в 4,4 млн. м<sup>3</sup>.

Перспективными для поисков песчано-гравийной смеси являются аллювиально-пролювиальные отложения вдоль западного и южного подножий Ключевской группы вулканов (до отметок 600-800 м). Можно отметить наиболее перспективные участки в нижних и средних течениях рек Сухой Козыревской, Рыбразводской, Ушковской, Бильченок, Эульченок.

Ведущее в настоящее время строительство автодороги Петропавловск - Усть-Камчатск на всем ее протяжении по территории листа обеспечено сырьем для отсыпки полотна. Причем карьеры можно располагать на расстоянии 5-10 км один от другого.

### Пески

Залежи строительных песков пространственно и генетически сопряжены с песчано-гравийными отложениями. Вблизи г. Ключи разведано Ключевское месторождение песка (Ш-4-1). Общая площадь месторождения 3,3 км<sup>2</sup>. Детальная разведка

проведена на площади 0,4 км<sup>2</sup>. Вскрытая мощность песков от 3 до 5,3 м, средняя мощность 4,5 м. Мощность вскрышных суглинков, супесей и почв изменяется от 0,1 до 0,7 м, средняя - 0,4 м. Песок содержит прослои гравийно-песчаных отложений мощностью от 0,05 до 0,6 м. Примесь гравийной фракции от 3,8 до 18%, в среднем - 8,2%. Изредка встречаются валуны до 20-30 см. Содержание гравийной фракции увеличивается по разрезу залежи. В составе обломков базальты, андезито-базальты, андезиты. Пески могут быть использованы в природном состоянии для приготовления кладочных и штукатурных растворов внутренней отделки зданий и сооружений. При обогащении песка крупными фракциями он пригоден для изготовления тяжелых бетонов. Разведанные запасы песка по кат. В+С<sub>1</sub> составили 1,49 млн. м<sup>3</sup>. Кроме Ключевского месторождения выявлены и оценены иные залежи песков, близкие по свойствам пескам месторождения.

Залежь песка участка Лесной расположена в 2 км к северу от месторождения. Ее площадь 1,35 км<sup>2</sup>, средняя мощность 2 м, мощность вскрыши 1 м, прогнозные запасы 2,7 млн. м<sup>3</sup>.

Другая залежь (участок Восточный) расположена в 3 км восточнее месторождения. Ее прогнозные запасы оценены в 9,2 млн. м<sup>3</sup> при мощности до 4 м.

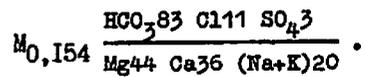
В нижнем течении р. Бильченок, образующей широкую дельту площадью 30 км<sup>2</sup>, пески имеют мощность более 2,5 м. Залежи песков отмечены в нижних течениях сухих рек Козыревской и Рыбразводской. Они являются потенциальными источниками строительного песка.

### ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Подземные воды изученной территории принадлежат водоносному комплексу рыхлых четвертичных отложений, комплексам вулканогенных и вулканогенно-осадочных отложений четвертичного и неогенового возраста /27,24/.

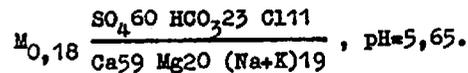
Водоносный комплекс рыхлых четвертичных отложений объединяет различные генетические типы плейстоценовых и голоценовых образований. С ним связаны воды аллювиальных, пролювиально-делювиальных, озерно-болотных, ледниковых и водно-ледниковых отложений. Это грунтово-поровые воды, их область развития обычно совпадает с областью питания, которое происходит за счет атмосферных осадков и подтока вод из пород вулканогенных водоносных комплексов.

Места их разгрузки приурочены к поверхности какого-либо водоупора обычно в речных долинах или на их склонах. Для вод аллювиальных или пролювиальных отложений водоупором служат водно-ледниковые отложения, а разгрузка всех вод водно-ледниковых отложений отмечается над поверхностью слоев глинистых пород. Наиболее водообильны среди отложений комплекса аллювиальные образования. Дебиты источников различны и колеблются от 0,1 до 10 л/с. Высокие дебиты объясняются наличием подтока из смежных водоносных горизонтов, а собственно аллювиальные отложения относятся к слабОВОДОБИЛЬНЫМ с дебитом колодцев 0,1-1,0 л/с. Высокий дебит отмечен в колодце на правом берегу р. Камчатки, вблизи бывшего с. Кресты, где состав воды по формуле следующий:



Воды пресные, гидрокарбонатно-хлоридные, с минерализацией 0,1-0,26 мг/л, pH=14-38 мг/л.

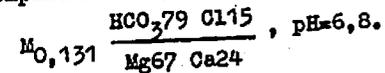
Озерно-болотные отложения широко развиты в долинах рек Камчатки и Еловки. Отложений с повсеместной обильной влагоемкостью и весьма слабой водоотдачей - не более 0,01-0,1 л/с. Уровень грунтовых вод располагается вблизи поверхности на глубине 0,1-0,5 м, редко глубже и находится в прямой зависимости от уровня вод аллювиальных отложений. Химический состав этих вод в низовьях р. Белой характеризуется следующей формулой Курлова:



Воды пресные, слабоминерализованные, имеют желтоватый оттенок и болотный привкус, содержание CO<sub>2</sub> - 20 мг/л, кремнекислоты - 29 мг/л, жесткость - 1,2.

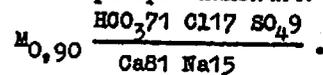
Аллювиальные, делювиальные, пролювиальные отложения широко развиты на склонах Ключевской группы, в силу своей значительной мощности (10-20 м у подножий склонов) и хорошей проницаемости являются практически безводными. Редкие малодобитные источники встречаются на склонах Харчинского хребта и на влк. Ближняя Плоская. Режим грунтовых вод непостоянный и зависит от времени года и количества выпавших осадков. Вдоль подножий эти отложения питают воды других водоносных комплексов. В этих случаях возможен дебит в колодцах до 5 л/с. По физическим свойствам воды без запаха и цвета пригодны для питья. Относятся к гидрокарбонатно-сульфатным кальциевым с минерализацией 0,1 г/л, pH=6,7-7,3.

На территории листа ледниковые и водно-ледниковые отложения имеют близкий литологический состав и обводненность. Они характеризуются здесь повышенной водопроницаемостью, что обуславливает их слабую обводненность и изменчивый режим грунтовых вод. Максимальный ожидаемый дебит колодцев 1 л/с. Воды этих отложений имеют хлоридно-сульфатный натриевый, хлоридно-гидрокарбонатно-щелочной состав. Общая минерализация колеблется от 0,1-0,3 г/л, pH=6,6 до 7,5. Недалеко от г. Ключи воды ледниковых отложений выражены следующей формулой:

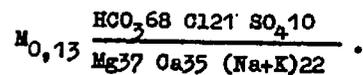


Водоносный комплекс вулканических четвертичных отложений составляет большую часть территории, формируя вулканы Ключевской группы, развит на склонах Быстринского и Харчинского хребтов. Мощность комплекса колеблется от десятков метров до 4 км. Центральные части вулканов характеризуются чередованием лав и пирокластических отложений, залегающих периклинально, чередованием образований сравнительно плохой и хорошей водопроницаемости, что благоприятно влияет на формирование грунтовых вод. Вершинные части вулканов - участки повышенной трещиноватости и проницаемости, являются областями водосбора, на площади которых практически отсутствуют выходы источников. Разгрузка вод происходит у подножий над водоупорами, которыми служат плотные разновидности базальтов, часто их массивные мегаплагиофировые разновидности. Сравнительно глубокие хорошо врезанные в склоны долины сухих рек безводны выше отметок 800-900 м. Так, источник в районе сейсмостанции Апахончич на восточном склоне Ключевского вулкана находится в районе абсолютной отметки 800 м. Он приурочен к основанию глыбового потока кратера Апахончич. Дебит его не превышает 0,5 л/с. Он является единственным источником чистой питьевой воды (поверхностные воды на склонах вулкана замутнены и загрязнены пелловыми частицами) на огромной площади восточного склона вулкана. Основная разгрузка вод Ключевской группы происходит на отметках ниже 100 м непосредственно в русло р. Камчатки. Их выходы сосредоточены в районе г. Ключи и с. Майского. Воды относятся к поровому, пластово-трещинному типам, часто безнапорные или слабонапорные. Большая мощность отложений, большая площадь их распространения, наличие водоупоров обуславливают наличие в них крупных запасов грунтовых вод. Воды комп-

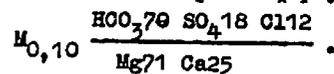
лекса служат источником водоснабжения г.Ключи, их дебит превышает 100 л/с. Воды прозрачные, без цвета и запаха, приятны на вкус, температура 5-8°C. По составу они хлоридно-гидрокарбонатные кальциевые-магниевые с общей минерализацией 0,1-0,2 г/л, pH=6,0-7,3, жесткостью 0,6-1 мг-экв/л. Химический состав вод источника: восточнее кратера Апахончич:



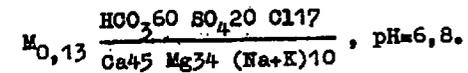
У западной окраины г.Ключи воды высокодебитного источника (около 100 л/с) обозначены формулой Курлова:



Условия обводненности нижнечетвертичных базальтов на склонах Быстринского хребта близки к четвертичным стратовулканам, но несколько отличаются благодаря пологому, почти горизонтальному залеганию эффузивных покровов и отсутствию мощных пирокластических горизонтов. Характер вод в них трещинно-пластовый, их разгрузка происходит по трещинам. Максимальный дебит источников 5-8 л/с. Вода пригодна для пищевых нужд, без цвета и запаха, с общей минерализацией 0,1 г/л, pH=6,65-6,75. В водах источника на юго-западных склонах хр.Черного присутствует метаборная кислота (0,2 мг/л). Воды сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые-магниевые. Состав источников в верхнем течении г.Большой с дебитом 5-8 л/с выражен формулой Курлова:



Водоносный вулканогенно-осадочный неогеновый комплекс развит лишь в северо-западной части территории листа на площади 250-300 км<sup>2</sup>. Породы комплекса характеризуются хорошей проницаемостью и свободной циркуляцией поровых вод, отсутствием надежных водоупоров, в силу чего грунтовые воды залегают на небольшой глубине, а их разгрузка происходит в сопряженный водоносный комплекс рыхлых четвертичных отложений. Источники вод комплекса нисходящие преимущественно с дебитом 10 л/с. Его химический состав, типичный для вод комплекса, представлен формулой:



Температура вод комплекса 6-8°C, воды нейтральные: pH=6,5-7,6, жесткость 0,65-0,93 мг-экв/л.

## ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЙОНА

Перспективы района в настоящее время неясны. Выявленные проявления относятся к весьма ограниченному ряду полезных ископаемых, среди которых главную роль играют строительные материалы (рис.7). Металлические полезные ископаемые, представленные несколькими шлиховыми ореолами меди и ртути, имеют лишь минералогический интерес.

Имеющиеся неограниченные запасы шлаков, песчано-гравийных смесей несомненно будут описковываться и разрабатываться уже в ближайшее время в связи со строительством автодороги Петропавловск - Усть-Камчатск и активным развитием г.Ключи, который лишь недавно в 1980 г. получил статус города. Проявления обломочного материала находятся вблизи с трассой будущей дороги в нижних частях пролювиальных шлейфов. Вблизи города разведаны крупные месторождения песка, песчано-гравийной смеси и шлака.

Несмотря на громадные площади развития озерно-болотных отложений в них не обнаружены к настоящему времени слои торфа с высокими характеристиками горючего полезного ископаемого. Он чрезвычайно высокозолен из-за содержания песка и пепла, присутствие которых объясняется частыми и мощными выбросами вулканов Ключевской группы. Торф пригоден для бытового топлива, удобрения и подстилки для скота в сельском хозяйстве.

Некоторые деформации поверхности в районе г.Ключи, обусловленные наличием пустот в лавовых потоках, вызывают разрушение зданий, порчу пахотных земель. Для хозяйственного освоения подножия Ключевской группы предлагается проведение комплексных геолого-геофизических и геолого-морфологических исследований с целью определения опасности провальных явлений.

Перспективы района связаны с выявлением месторождений нефти и газа, к чему имеются геолого-структурные предпосылки. Геофизическими исследованиями к настоящему времени выявлены три возможно нефтегазоносные отрицательные структуры-впадины в пределах мелового фундамента: Киреунская, Козыревская и Хапиченская. Мощность кайнозойских отложений в них превышает 4 км,

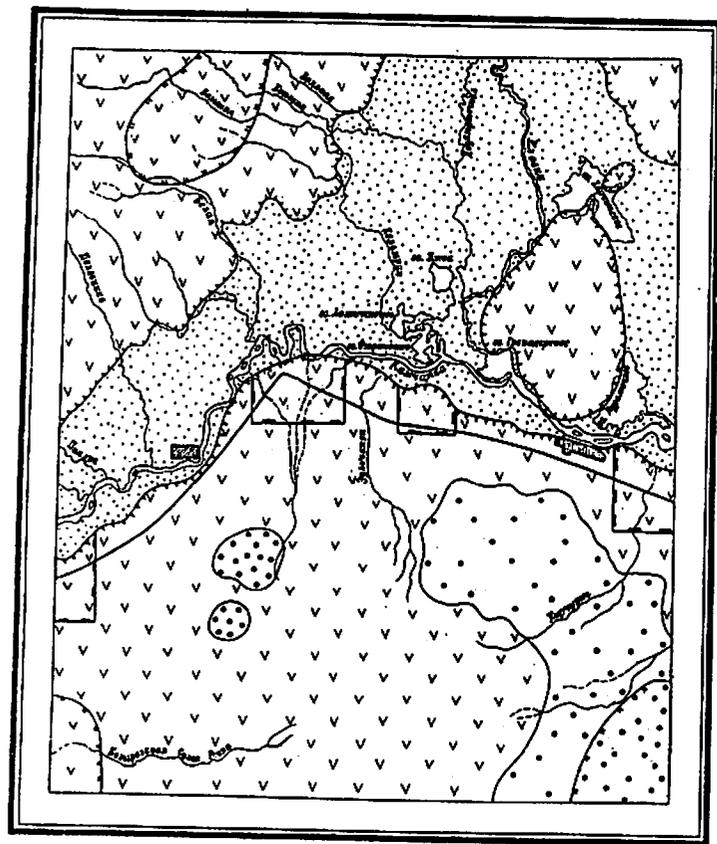


Рис.7. Схема прогнозов и рекомендаций

1 - площадь распространения неоген-четвертичных вулканитов, перспективная на обнаружение месторождений строительных материалов (изверженных и обломочных пород), горячих вод и других источников эндогенной энергии; 2 - площадь распространения четвертичных рыхлых отложений, перспективная на обнаружения обломочных строительных материалов и торфа; 3 - участки подножия вулканов Ключевской группы вблизи автодороги, перспективные на выявление месторождений песчано-гравийной смеси; 4 - участки, перспективные на выявление месторождений вулканического шлака и камня; 5 - участки, перспективные на поиски нефти и газа, на которых рекомендуются геофизические исследования и параметрическое бурение; 6 - выявленные проявления торфа; 7 - граница площадей с разными перспективами; 8 - трасса грунтовой дороги; 9 - г.Ключи

а общая мощность мезо-кайнозойских толщ во впадине согласно данным ГСЗ, КМЛВ и МОВЗ составляет 6-8 км. Судя по ксенолитам в выбросах вулканов, мел-палеогеновые слои в фундаменте Ключевской группы близки подобным отложениям, выходящим на дневную поверхность в Кумроцком хребте непосредственно у восточной границы района, где породы имеют благоприятные нефтепоисковые характеристики и наблюдаются источники с запахом керосина и горючими газами. В связи с этим рекомендуется продолжить комплексное геофизическое изучение выявленных структур с заверкой их строения параметрическими скважинами в районе Козыревской Сухой речки, р.Каменистой (левый приток р.Б.Хапица).

Отдаленные перспективы освоения района связаны с использованием глубинной энергии действующих вулканов. В этом случае Ключевской вулкан и вся вулканическая группа могут стать неиссякаемым источником энергии не только для рассматриваемого района, но и Камчатской области в целом.

Развитие района уже в ближайшем будущем может быть связано с подъемом туризма, в том числе и международного, так как вулканы Ключевской группы - красивейший, интереснейший и сравнительно легко доступный объект для туристских наблюдений.

#### ЛИТЕРАТУРА

#### О п у б л и к о в а н н а я

1. Алыпова О.М. Палеомагматизм лав Ключевской группы вулканов и ее фундамента. Бюлл. Вулканол. ст. 1967, № 43.
2. Балеста С.Т., Иванов Б.В., Утасин В.К., Аносов Г.Н. Строение земной коры района Ключевской группы вулканов, особенности тектоники и вулканизма. - В кн.: Глубинное строение, сейсмичность и современная деятельность Ключевской группы вулканов. Владивосток, 1976.
3. Геология СССР. Т.XXXI. Камчатка, Курильские и Командорские острова, ч.1. Геологическое описание. - Недра, 1964.
4. Горшков Г.С. О глубине магматического очага Ключевского вулкана. Докл. АН СССР, т.104, № 4, 1956.
5. Гундобин В.М., Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000, серия Восточно-Камчатская, лист К-57-У. Объяснительная записка. М., 1976.
6. Дараган Е.В. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000, серия Западно-Камчатская, лист О-57-XXIX. Объяснительная записка. М., 1976.

7. Ермаков В.А. Формационное расчленение четвертичных вулканических пород. - Недра, 1977.

8. Зубин М.И., Таракановский А.А. Тектоника и особенности поля силы тяжести района Ключевской группы вулканов. - В кн.: Глубинное строение, сейсмичность и современная деятельность Ключевской группы вулканов. Владивосток, 1976.

9. Кирсанов И.Т., Марков И.А. Эволюция базальтов в процессе формирования Ключевского вулкана. - В кн.: Проблемы глубинного магматизма, М., Наука, 1979.

10. Краевая Т.С., Кураленко Н.П. Верхнеплейстоценовые ледниковые отложения подножий активных вулканов Камчатки. Вулканол. и сейсмол., № 5, 1982.

11. Кутнев Ф.Ш., Эрлих Э.Н. К петрологии Харчинской группы вулканов. Бюлл. вулканол. ст., № 49, 1973.

12. Мелекесцев И.В., Краевая Т.С., Брайцева О.А. Рельеф и отложения молодых вулканических районов Камчатки. М., Наука, 1970.

13. Пийп Б.Н. Ключевская сопка и ее извержения в 1944-1945 гг. и в прошлом. Тр. Лабор. вулканологии, вып. II, 1956.

14. Сирин А.Н. О соотношении центрального и ареального вулканизма. М., Наука, 1968.

15. Челебаева А.И. Вопросы стратиграфии континентального кайнозоя Камчатки. Л., Наука, 1971.

16. Шеймович В.С., Патока М.Г. Питавшие системы вулканов. Вулканол. и сейсмол., № 6, 1980.

17. Эрлих Э.Н. Петрохимия кайнозойской Курило-Камчатской вулканической провинции. М., Наука, 1966.

18. Эрлих Э.Н. Современная структура и четвертичный вулканизм западной части Тихоокеанского кольца. Новосибирск, Наука, 1973.

#### Фондовая х/

19. Верецагин О.Ю., Егоркина Г.В. Отчет по работам опытно-методической партии № 143/78 КГЭ НГО ВНИИ Геофизика и темы 43/77 ВНИИ Геофизика по опробованию методики изучения регионального строения территории Камчатки со станциями "Земля", 1979, № 4245.

х/ Работы, для которых не указано место хранения, находятся в геологических фондах ЦГО "Камчатгеология".

20. Гвоздева В.П., Валдай А.В. Геологический отчет о поисковых работах на торф, выполненных в 1980-1981 гг. в Усть-Камчатском районе Камчатской области. 1981. Геологический фонд Приморского ПГО.

21. Горбадей Э.Ф. Гравиметрическая карта СССР масштаба 1:200 000, листы 0-57-XXXV, XXXVI (система 1971 г.). Объяснительная записка. 1981, № 4430.

22. Давыдов А.М., Кавтунов И.Е. Отчет о результатах гравиметрической съемки масштаба 1:50 000, магнитной съемки масштаба 1:100 000, электроразведочных работ МТЗ, МТП, ТТ, ВЭЗ, проведенных в северной части Центрально-Камчатского прогиба в зимний период 1978-1979 гг. 1980, № 4252.

23. Декина Г.И., Калинин Б.Д. Отчет о результатах гравиметрической съемки масштаба 1:200 000, проведенной Харчинским отрядом специализированной гравиметрической партии № 17 в пределах листов 0-57-XXXIII, XXX, XXXIV, XXXV, XXXVI; 0-58-XXV, XXVI, XXXI, XXXII; N-57-IV, V, VI; N-58-I в 1979 г. 1980, № 4333.

24. Изотова Е.М. Отчет о комплексной геологической и гидрогеологической съемке масштаба 1:500 000, проведенной партией № 606 в 1955-1956 гг. в Центральной Камчатке и бассейнах рек Тигиль и левых притоков реки Камчатки: Быстрой (Козыревской) и Еловки. 1957, № 1370.

25. Ковалев Б.В., Декина Г.И. Отчет о работах Центрально-Камчатской гравиметрической партии за 1965 г., 1966. № 2016.

26. Лебедев М.М., Ерешко Э.М. Тектоническая карта Камчатской области масштаба 1:1 000 000. Объяснительная записка, 1979, № 4165.

27. Лопатин В.В., Литвинов А.Ф., Цикунов А.Г. Геологическое строение и полезные ископаемые листов 0-57-XXXV, XXXVI. (Отчет о геологической съемке и поисках полезных ископаемых масштаба 1:200 000, проведенных Шивелучской партией в 1976-1978 гг.). 1978, № 4249.

28. Надежкин М.И. Отчет о результатах детальной разведки Ключевского месторождения песчано-гравийной смеси с подсчетом запасов по состоянию на 01.07.78 г. 1979, № 4225.

29. Портнов А.Н. Отчет о региональных сейсморазведочных работах в центральной части Центрально-Камчатского прогиба, проведенных Атласовской сейсморазведочной партией № 2 в 1978 г., 1978, № 4143.

СПИСОК ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ПОКАЗАННЫХ НА ЛИСТЕ  
0-57-XXXV ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ МАСШТАБА 1:200 000

30. Радченко В.В. Отчет о поисках строительных материалов в окрестностях поселков Усть-Камчатск, Ключи и Козыревск, проведенных Усть-Камчатским отрядом в 1972 г., 1973, № 3487.

31. Радченко В.В., Попов В.Н. Отчет о результатах детальной разведки месторождения вулканических шлаков г.Копыто с подсчетом запасов по состоянию на 20.08.72 г. (Усть-Камчатский отряд). 1973, № 3463.

32. Радченко В.В., Надежкин М.И. Отчет о результатах поисковых работ на строительный камень, песчано-гравийную смесь, строительный песок, проведенных в районе пос.Ключи в 1976 г., 1977, № 3993.

33. Ривовш Л.А., Гольбрайх С.Э. Отчет по работам Камчатской аэромагнитной партии за 1959 г. 1960, № 601.

34. Садреев А.М. Отчет Камчатской партии о геологическом съемочных работах масштаба 1:200 000, проведенных летом 1966 г. в юго-восточной части листа 0-57-XXXVI (хр.Кумроч). 1967, № 2284.

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

36. Тимофеев Н.С., Шевчук Н.К. Отчет о результатах детальной разведки Ключевского месторождения песка с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.79 г. 1979, № 4216.

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

38. Федотов С.А., Шумилина Л.С., Потапова О.В. Уточнение карты сейсмического районирования Камчатки (Отчет). 1975, № 408 (Фонды Института вулканологии ДВНЦ АН СССР).

39. Шеймович В.С. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000, серия Западно-Камчатская, лист 0-57-XXXIV. Объяснительная записка, 1980, № 4344.

40. Шиленко Р.И. Геолого-геофизические карты глубинного строения нефтегазоносных территорий и акваторий СССР масштаба 1:1 000 000, листы Р-58, 0-58, 0-56, 57, П-56, 57, М-57. 1977, № 4046.

41. Шпак И.П., Гинзбург И.В. Отчет о результатах работ Мильковской электроразведочной партии № 22/75 в Центрально-Камчатском прогибе за 1975 г. 1976, № 3883.

Индекс клетки на карте	№ на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Ссылка на литературу (номер по списку)
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ			
Изверженные породы			
Вулканические шлаки			
Ш-4	2	г.Копыто	31
Обломочные породы			
Песчано-гравийная смесь			
Ш-4	3	Ключевское	28
Пески строительные			
Ш-4	I	Ключевское	36

Приложение 2

СПИСОК ПРОЯВЛЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ПОКАЗАННЫХ НА  
ЛИСТЕ 0-57-XXXV ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ МАСШТАБА 1:200 000

Индекс клетки на карте	№ на карте	Вид полезного ископае- мого и название (место- нахождение) проявления	Ссылка на литерату- ру (номер по списку)	Примечание
<b>МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ</b>				
<b>Цветные металлы</b>				
<b>Медь</b>				
Ш-2	I	р.Бильченок	27	Шлиховой ореол
IУ-1	I	Рыбразводская Сухая речка	27	То же
IУ-3	I	р.Кирчурич	27	"-
IУ-4	I	р.Каменистая	27	"-
<b>Редкие металлы</b>				
<b>Ртуть</b>				
П-1	I	р.Половинная	27	Шлиховой ореол

В брошюре пронумеровано 101 стр.

Редактор Р.Н.Ларченко  
Технический редактор С.Г.Воронина  
Корректор И.И.Богданович

Сдано в печать 17.02.88. Подписано к печати 30.04.89.  
Тираж 148 экз. Формат 60x90/16 Печ.л.6,5 Заказ 203с

Центральное специализированное  
производственное хозяйственное предприятие  
объединения "Союзгеолфонд"