

Ледники Корякского вулкана

© 2012 г. Т.М. Маневич, С.Б. Самойленко

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский

lav217@kscnet.ru

Статья принята к печати 16 апреля 2012 г.

Авачинская группа вулканов, барранкос, Корякский вулкан.
Avachinskaya volcano group, barranco, Koryaksky volcan.

Рассмотрены основные характеристики ледников Корякского вулкана. Полевые работы 2008–2009 гг., а также анализ аэрофотоснимков и спутниковых изображений высокого разрешения позволили уточнить и дополнить информацию о современном гляциальном комплексе вулкана. В настоящее время здесь находится семь ледников общей площадью 8,36 км². Из них три ледника наступают, два стационарны, а один деградирует. Авторами выделен не описанный ранее кратерный ледник на вершине вулкана.

Введение

Авачинская группа вулканов расположена на юго-востоке полуострова Камчатка и относится к Восточной вулканической области. В неё входят такие крупные вулканы, как Козельский, Авачинский и Корякский. Вблизи находится г. Петропавловск-Камчатский (рис. 1). После Ключевской группы вулканов это – второй по масштабам центр современного оледенения на полуострове, расположенный в районе активного вулканизма [4]. По данным 1992 г., здесь насчитывается 26 ледников общей площадью 21,2 км² [5]. Благодаря активному вулканизму, современное оледенение Авачинской группы вулканов имеет ряд специфических черт, обусловленных вулканической деятельностью и особенностями строения вулканических аппаратов, влияющих на динамику и морфологию ледников.

Корякский вулкан относится к стратовулканам. Он – самый высокий в рассматриваемой группе вулканов (3456 м) и имеет форму ребристого конуса с незначительно срезанной к западу вершиной (рис. 2). Конус изборождён глубокими, радиально отходящими от вершины барранкосами, склоны конуса крутые и в верхней части достигают 35°. В бортах барранкосов переслаиваются лавовые потоки разной мощности и состава – от базальтов до андезитов. В западной части вершинного гребня расположен современный кратер диаметром 180–200 м. С юга он открыт и с него вниз по барранкосу стекает лавовый поток. В северной части вершины расположен цирк диаметром около 500 м и глубиной более 100 м. Этот цирк представляет собой древний кратер, расширенный за счёт ледниковой эрозии [7]. В историческое время (с XVIII в. по настоящее время) деятельность Корякского вул-

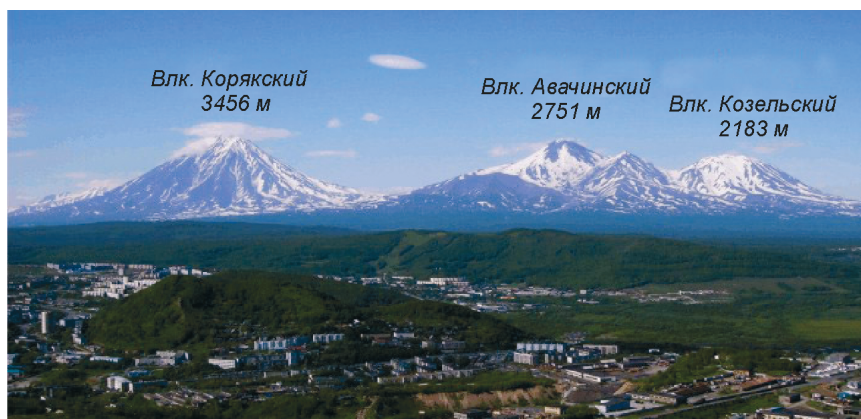


Рис. 1. Авачинская группа вулканов. Вид с юго-востока; на переднем плане – г. Петропавловск-Камчатский
Fig. 1. Avachinskaya volcano group. View from south-east; in the front – the Petropavlovsk-Kamchatsky city



Рис. 2. Вулкан Корякский во время последнего извержения. Август 2009 г.
Fig. 2. The Koryaksky volcano during the recent eruption. August 2009

кана была весьма умеренной, преимущественно фумарольной. Последние извержения 1956–1957 и 2008–2009 гг. были слабыми и носили эксплозивный характер (см. рис. 2).

Несмотря на относительную близость к Петропавловску-Камчатскому, первые данные о ледниках вулкана были опубликованы только в 1932 г. в работе П.Т. Новограбленова, который сообщал о двух ледниках на северо-восточном склоне вулкана [13]. А.Н. Заварицкий также отмечал на этом склоне два ледника [8, 9]. Т.Ю. Маренина с соавторами [12] выделила на северо-восточном склоне три ледника долинного типа и описала их. Ледник, расположенный на северном склоне, получил название Северный. Исследователи дали характеристику лавового потока, который вытек на ледник из шлакового конуса на высоте 2000 м. По их мнению, сейчас ледник находится в стадии отступления и оставляет хаотические нагромождения свежего моренного материала. Последние и наиболее полные сведения о ледниках на Корякском вулкане можно найти в Каталоге ледников СССР [10], по данным которого в начале 1960-х годов на склонах вулкана залегало шесть ледников барранксов общей площадью 4,5 км².

Методика исследований

При проведении полевых работ определялись высоты расположения фронтов и площадь ледниковых языков. Использовался портативный GPS-навигатор, обеспечивающий погрешность

измерений 5 м. Контуры верхних частей ледников достраивались с помощью спутниковых снимков высокого разрешения (1 м на пиксел), доступных на сервере kh.google.com. Снимки даны на июнь 2009 г. Дешифрирование велось в программе Google Earth Pro (<http://www.google.com/earth>) по снимкам, наложенным на трёхмерную модель рельефа, а также по опорным точкам, полученным непосредственно на местности.

При дешифрировании снимков допускалась погрешность не более 25 м. Оценка погрешностей сделана общими математическими методами анализа погрешностей измерений и учитывала абсолютные погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров, а также характерную форму измеряемой площади. При этом относительная погрешность для площади отдельных ледников составляла от 12 до 18%. Таким образом, в среднем, площади ледников оценены с относительной погрешностью 15%.

Датирование позднеголоценовых ледниковых отложений проводилось методом лихенометрии. Индикатор возраста морен – накипной лишайник *Rhizocarpon geographicum*, широко распространённый на отложениях разного генезиса, в том числе ледниковых и вулканических. Возраст отложений определялся обратным пересчётом от сопоставляемого диаметра наблюдаемых слоевищ с кривой, построенной для региона. Возраст лишайников оценивался по кривой, построенной О.Н. Соломиной [14]. При датировке каждой морены использовалась выборка не менее чем из 50 измерений.

Дополнительный источник информации при определении возраста морен – тефрохронологические данные. В верхней части разреза почвенно-пирокластического чехла в северо-восточном секторе подножия Корякского вулкана обнаружена тефра Авачинского вулкана и Ксудач [1].

Извержение Авачинского вулкана 1926–1927 гг. было одним из сильнейших в историческое время по объёму изверженных продуктов и геолого-геоморфологическому эффекту. Пеплопад прошёл на огромной территории, вплоть до с. Тигиль, расположенного в 500 км к северу. На исследуемом нами участке отложения этого извержения залегают сразу под дерниной и их мощность достигает 15 см. Они представлены грубозернистым песком и гравием тёмно-серого шлака с редкими лапиллями до 5 см в поперечнике. Тефра вулкана Ксудач принадлежит сильному эксплозивному извержению конуса Штюбеля на этом вулкане в 1907 г. Она представлена среднезернистым песком из светлых и тёмных зёрен, мощностью до 1 см. Этот горизонт залегают сразу под тефрой Авачинского вулкана.

Климатические условия ледниковой зоны

Климатические условия на уровне ледников из-за отсутствия на Камчатке метеостанций в горах можно охарактеризовать, главным образом, по косвенным признакам и расчётам. Существуют лишь данные по климату горной части Авачинской группы вулканов. Они получены в 1962–1965 гг., когда на седловине между Авачинским и Корякским вулканами (абс. высота 960 м) действовал метеопост «Авачинский вулкан», и в 1973–1982 гг. на метеостанциях в районе ледника Козельский – метеостанция Козельская (абс. высота 715 м) и метеопост Седловина (абс. высота 1854 м) [3].

Огромная высота и размеры конуса служат ощутимой преградой для влажных морских воздушных масс с северо-востока, заставляя приходящие циклоны оставлять осадки преимущественно на склонах северной экспозиции (при их явном дефиците у южного подножия вулкана на Авачинской низменности). Соответственно возникает диспропорция в снеготопках на разных склонах и в их распределении с высотой: склоны северной экспозиции заснежены в течение 9–10 месяцев в году, в то время как южные склоны начинают вскрываться от снега в мае, а покрываются снегом в конце сентября.

Подножие Авачинской группы вулканов в восточной части характеризуется близкими к нулевым среднегодовыми температурами воздуха, а в западной части и на вершинах вулканических построек – отрицательными. На нижнем уровне

ледниковой зоны холодный период длится с начала октября по апрель включительно. Средняя температура воздуха на восточном склоне составляет -8°C , на западном $-10 \div -12^{\circ}\text{C}$. В области питания ледников зимний период длится от восьми месяцев и более. Средняя температура воздуха равна $-15 \div -20^{\circ}\text{C}$. Для района характерны обильные осадки в холодный период. Фоновые осадки колеблются в пределах 2000–3000 мм, а на ледниках, в результате переотложения снега, в отдельные годы снеготопки достигают 5000–6000 мм. В ледниковой зоне тёплый сезон длится 4–5 месяцев на нижней границе (со средней температурой $+10^{\circ}\text{C}$) и 2–3 месяца – в области питания ледников (средняя температура $+5^{\circ}\text{C}$) [5].

Результаты и обсуждение

Современное оледенение. Полевые работы 2008–2009 гг., а также современные методы дистанционных исследований позволили уточнить и дополнить имеющуюся информацию о ледниках Корякского вулкана. Как уже отмечалось, в Каталоге представлены сведения о шести ледниках. Но, благодаря современным аэрофотоснимкам и работам Я.Д. Муравьёва, мы обнаружили ещё один ледник, находящийся в кратере вулкана, – Корякский-VII. Определённая нами площадь ледников на Корякском вулкане почти вдвое превышает площадь, указанную в Каталоге [10]. При этом, однако, размеры отдельных ледников уменьшились (Корякский-III, VI). Так, по уточнённым данным, в настоящее время на склонах Корякского вулкана залегают семь ледников общей площадью $8,36 \text{ км}^2$ (рис. 3). Основные сведения о ледниках этого вулкана приведены в таблице. Названия ледников соответствуют Каталогу [10].

Согласно Каталогу, все ледники отнесены к морфологическому типу «ледник барранкосов», однако ледники Корякский-III и VI мы обозначили как склоновые. Подстилающее ложе этих ледников представляет собой слаборасчленённый склон вулкана, в то время как барранкос, по определению, это – глубокая борозда с крутыми стенками [6]. Таким образом, среди ледников вулкана выделяются следующие типы: барранкосов – 4, склоновый – 2, кратерный – 1. Размеры ледников относительно небольшие. Самые крупные достигают 6,5–6,8 км в длину при площади до $3,4 \text{ км}^2$. Преобладают ледники площадью менее $1,5 \text{ км}^2$. Пять из семи ледников, составляющих 84% оледенения, приурочены к склонам вулкана северной экспозиции. Эта особенность, которая характерна и для других районов, связана с меньшим таянием снега на северо-восточных склонах по сравнению

Характеристика ледников Корякского вулкана (в числителе – данные 1968 г.,* в знаменателе – 2009 г.)

Номер по КATALOGУ	Название	Морфологический тип	Экспозиция	Длина, км	Площадь, км ²	Абс. высота конца ледника, м	Высшая точка ледника, м
254	Корякский-I	Барранкосов	С	3,4/6,5	1,3/3,4	1360/980	3400/3400
255	Корякский-II			4,2/6,8	1,3/2	1080/880	3100/3200
256	Корякский-III	Склоновый	СВ	1/0,35	0,2/0,15	1400/1470	1900/1700
257	Корякский-IV	Барранкосов		2,2/3,9	0,5/1,15	1280/1300	2360/3400
258	Корякский-V		С	2,8/3	0,6/1,3	1080/970	2500/2100
269	Корякский-VI	Склоновый	СЗ	1,7/1,3	0,6/0,3	1500/1500	2080/2000
	Корякский-VII	Кратерный	Ю	-/0,23	-/0,06	-/3160	-/3260

*По данным Каталога ледников СССР [10].

с южными, а также с преобладанием океанических влагонесущих масс в холодное время [5].

Несмотря на глубокие барранкосы на южном склоне вулкана, которые благоприятны для снегонакопления, и его значительную высоту, там нет не только ледников, но и многолетних снежников [2]. Исключение составляет ледник Корякский-VII, который залегает в кратере, открытом на юг, на высоте 3200 м (рис. 4). На северном склоне вулкана ледники Корякский-I и II начинаются от самой вершины (3400 м) – максимального показателя для Авачинской группы, а оканчиваются на отметках 860–900 м. Именно эти ледники имеют наиболь-

шую длину в результате самых благоприятных условий для накопления снега.

В питании ледников большая роль принадлежит ветровому перераспределению снега, за счёт которого в барранкосах накапливаются толщи снега до 10 м и более. На питание ледника Корякский-V существенно влияют снежные лавины. Это объясняется тем, что ледник занимает не весь барранкос, который начинается практически с вершины, а только его нижнюю часть, с высоты 2100 м. В верхней, более крутой части барранкоса, накапливающийся снег служит источником лавин, которые сходят в область питания ледника.

Моренный комплекс. Все ледники прикрыты слоем обломочного материала разной мощности. Так, на леднике Корякский-V на высоте 1000 м видимая мощность поверхностной морены достигает 2 м. Чехол сложен обломками несортированного материала различного размера – от пыли до глыб более 1 м в поперечнике. Наиболее характерен тёмно-серый или красноватый тёмно-серый цвет. Обломочный материал попадает на ледники как с крутых осыпных склонов, так и во время извержений. Он представлен типичными для вулканов Авачинской группы породами – андезитами и андезито-базальтами [7]. Этот чехол начинает формироваться с высоты около 1500 м и закрывает поверхность ледников до фронта.

Ледники Корякский-III, VI и VII расположены выше или на уровне 1500 м, поэтому на них откладывается только мелкозернистый материал, который переносится ветром. Кроме того, их «незагрязнённость» связана с расположением ледников на склоне, а не в барранкосах. На леднике Корякский-II до 30% поверхностного материала имеет жёлтый цвет. Это объясняется наличием в области питания ледника гидротермально изменённых пород, которые транспортируются ледниковым потоком в область абляции.

В 2009 г. во время извержения Корякского вулкана все его ледники от верхней границы до фронта

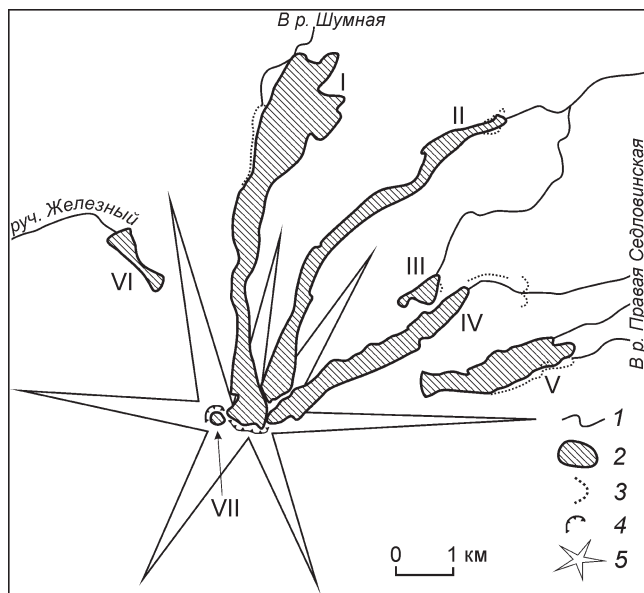


Рис. 3. Ледники Корякского вулкана:

1 – водотоки; 2 – ледники; 3 – морены; 4 – кратеры Корякского вулкана; 5 – вулканическая постройка; римскими цифрами обозначены номера ледников

Fig. 3. Glaciers of the Koryaksky volcano:

1 – glacial streams; 2 – glaciers; 3 – moraines; 4 – craters of the Koryaksky volcano; 5 – volcanic edifice; Roman numerals denote the numbers of glaciers

были покрыты слоем пепла, мощность которого достигала нескольких сантиметров. При этом на леднике Корякский-VI, расположенном на северо-западном склоне, в 2 км ниже по склону от центра извержения, большого количества изверженного материала не наблюдалось. Скорее всего, это связано с тем, что ледник залегает на открытом склоне, поэтому вулканический пепел сдувался ветром и смывался дождями, в то время как остальные ледники прикрыты бортами барранкосов.

Вдоль бортов ледников Корякский-I, II и V протягиваются гряды боковых морен (см. рис. 3), сложенных несортированным, глыбово-щебнисто-песчаным материалом. Обломки угловатые или слабо обитые, окатанные практически отсутствуют. Цвет обломков, слагающих морены и лежащих на поверхности ледников, – серый различных оттенков.

Сечение моренных валов – треугольное или трапециевидное, крутизна склонов – около 30°, относительная высота – до 12–15 м. Поверхность морен задернована слабо, растительность характерна для альпийской зоны Восточной Камчатки. Типичные представители: полынь скученная (*Artemisia glomerata*), остролодочник камчатский (*Oxitropis kamtschatica*), мятлик мягкоцветковый (*Poa malacantha*), ива арктическая (*Salix arctica*), иван-чай узколистный (*Chamerion angustifolium*), дифазиаструм альпийский (*Diphasiastrum alpinum*). Широкое распространение лишайников на поверхности валунов позволило оценить возраст морен лихенометрическим методом. Диаметр слоевищ (32–33 мм) свидетельствует, что время формирования морен относится к концу XIX в.

В разрезе почвенно-пирокластического чехла морен сразу под дерниной залегает слой тефры Авачинского вулкана извержения 1926 г. Кроме этого слоя, не обнаружено никаких пепловых горизонтов, в то время как на окружающих поверхностях на глубине 12–15 см повсеместно залегает пепел вулкана Ксудач извержения 1907 г. [1]. Это показывает, что морены сформировались субсинхронно с этим событием. Таким образом, они коррелируют с другими молодыми моренами Авачинской группы, датируемыми концом малого ледникового периода [11].

Динамика ледников. В настоящее время ледники Корякский-I, II и V наступают. Это чётко определяется по их внешнему виду: современные языки напозают на боковые морены, а по всей длине ледников отмечаются трещины. Особенно ярко выражено наступание ледника Корякский-II. Фронт ледника возвышается на 8–12 м над боковыми моренами и заметно их деформирует. Кроме того, во фронтальной части в задернованной



Рис. 4. Кратерный ледник Корякский-VII. Октябрь 2009 г. Фото А.В. Сокоренко

Fig. 4. The crater glacier Koryaksky-VII. October 2009. Photo A.V. Sokorenko

поверхностной морене фиксируются разрывы и обнажается лёд. На аэрофотоснимке 1947 г. фронт ледника Корякский-V расположен на 150–200 м выше современного положения, что также указывает на наступание. Конечных морен ледника Корякский-I, о которых написано в работе [12], мы не обнаружили. Конечные морены отсутствуют и у ледников Корякский-II и V; это, вероятно, связано с тем, что при продвижении вперёд ледники накрыли свои отложения.

Особый интерес среди ледников Корякского вулкана вызывает ледник Корякский-IV. В Каталоге [10] высшая точка ледника (2360 м), вероятно, указана неверно. Полевые наблюдения, а также аэрофотоснимки разных лет показывают, что высшая точка ледника расположена на вершине вулкана. Современное положение фронта ледника находится на высоте 1280 м; на аэрофотоснимке 1947 г. положение фронта отмечается на этой же высоте. Таким образом, можно сделать вывод, что с середины XX в. размеры ледника существенно не изменились. Однако ниже по

барранкосу, примерно в километре, находится ярко выраженная в рельефе и хорошо сохранившаяся конечная морена (см. рис. 3). Данные лихенометрии показывают сходные размеры лишайников с полученными на боковых моренах остальных ледников Корякского вулкана, что свидетельствует об их одновременном образовании в конце XIX в. Таким образом, максимальное продвижение ледника отмечалось в малом ледниковом периоде. На расстоянии 700–800 м от современного фронта ледника ручей вскрывает сильно зачехлённые толщи мёртвого льда мощностью более 5 м. По-видимому, эти льды оставлены ледником во время отступления, по окончании малого ледникового периода. С чем связано и сколь характерно для этого ледника такое сильное отступление, ещё предстоит изучить. Подобные изменения в положении ледника, вероятно, объясняются незначительными объёмами льда и сравнительно неустойчивым питанием, характерным для небольших ледников и особенно для ледников барранкосов.

Выводы

Уточнены данные Каталога ледников. В настоящее время на Корякском вулкане расположено семь ледников общей площадью 8,36 км² (что почти вдвое больше площади, указанной в Каталоге). Среди ледников вулкана выделяются три морфологических типа: барранкосов – 4, склоновый – 2, кратерный – 1. Самые крупные ледники – Корякский-I, II и V – наступают; причём ледник Корякский-II весьма активно. В то же время ледники Корякский-IV и VI находятся в стационарном состоянии, а ледник Корякский-III деградирует.

Изучение моренных отложений показало, что в течение последних двух столетий колебания ледников Корякского вулкана коррелируют с другими ледниками Авачинского узла оледенения. В настоящее время наступают только крупные ледники (с площадью более 1,3 км²), а ледники меньшей площади находятся в стационарном состоянии или деградируют.

Литература

1. Базанова Л.И., Брайцева О.А., Дирксен О.В., Сулержицкий Л.Д., Данхара Т. Пеплопады крупнейших голоценовых извержений на траверсе Усть-Большерецк – Петропавловск-Камчатский: источники, хронология, частота // Вулканология и сейсмология. 2005. № 6. С. 30–46.
2. Будников А.Е. Снежники Авачинской группы вулканов // Гляциологические исследования. № 25. М.: Наука, 1976. С. 55–57.
3. Виноградов В.Н. Современное оледенение Авачинской группы вулканов // Вопросы географии Камчатки. 1970. № 6. С. 51–61.
4. Виноградов В.Н. Современное оледенение районов активного вулканизма. М.: Наука, 1975. 103 с.
5. Виноградов В.Н., Муравьев Я.Д. Ледник Козельский (Авачинская группа вулканов). СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 120 с.
6. Володавцев В.И. Справочник по вулканологии. М.: Наука, 1984. 340 с.
7. Действующие вулканы Камчатки: В 2 т. Т. 2. М.: Наука, 1991. 415 с.
8. Заварицкий А.Н. О вулканах Камчатки // Камчатский сборник. Вып. 1. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 276 с.
9. Заварицкий А.Н. Вулканы Камчатки // Тр. лаборатории вулканологии. Вып. 10. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1955. 82 с.
10. Каталог ледников СССР. Т. 20. Камчатка. Ч. 2–4. Л.: Гидрометеиздат, 1968. с. 76.
11. Маневич Т.М. Лихенометрическое датирование морен восточной части Авачинской группы вулканов // Лёд и Снег. 2011. № 2 (114). С. 122–126.
12. Маренина Т.Ю., Сиринов А.Н., Тимербаева К.М. Корякский вулкан на Камчатке // Тр. лаборатории вулканологии. 1962. Вып. 22. С. 12–17.
13. Новограбленов П.Т. Каталог вулканов Камчатки // Изв. Госуд. геогр. общества. 1932. Т. 64. Вып. 1. С. 88–99.
14. Соломина О.Н. Горное оледенение Северной Евразии в голоцене. М.: Научный мир, 1999. 272 с.

Summary

The paper presents main glaciological characteristics of present-day glaciers located on the Koryaksky volcano. The results of fieldwork (2008–2009) and high-resolution satellite image analysis let us to specify and complete information on modern glacial complex of Koryaksky volcano. Now there are seven glaciers with total area 8.36 km². Three of them advance, two are in stationary state and one degrades. Moreover, the paper describes the new crater glacier.