

Е. К. МАРХИНИН, А. Н. СИРИН, К. М. ТИМЕРБАЕВА,  
П. И. ТОКАРЕВ

## ОПЫТ ВУЛКАНО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ КАМЧАТКИ И КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

### ВВЕДЕНИЕ

Настоящая статья является попыткой провести для Камчатки и Курильских островов вулcano-географическое районирование. Оно необходимо, так как население и плотность застройки этих районов быстро увеличиваются.

Проведенное вулcano-географическое районирование не может в будущем заменить вулканическое и не позволяет в настоящее время решить в полном объеме и с надлежащей точностью те его задачи, которые, по мнению авторов, для экономической быстро развивающейся Камчатки и Курильских островов, являются наиболее важными и актуальными.

Их две: 1) выделение зон, могущих быть опасными при извержениях вулканов; 2) определение степени вероятности и возможного характера опасности извержений вулканов Камчатки и Курильских островов.

Особо важное значение для успешного решения этих задач имеет рациональная организация геофизических исследований на вулканах как для предсказания и предупреждения населения об опасности, так и для расшифровки глубинного строения вулканов.

Составление карт вулканического районирования и объяснительных записок к ним, как это предложил В. И. Влодавец и одобрил Международный вулканологический симпозиум в Париже в 1959 г., должно проводиться на основе детальных геологических и геофизических исследований.

Эти условия в настоящей работе соблюдены далеко не всегда. Причиной является отсутствие геофизических исследований для большинства и детальных геологических исследований для многих вулканов Камчатки и Курильских островов. Поэтому в силу необходимости при районировании ряда вулканов были использованы в основном морфологические данные, а само районирование по существу носило характер вулcano-географического.

Необходимо также подчеркнуть, что составленные карты вулcano-географического районирования Камчатки и Курильских островов не являются окончательными и непогрешимыми, и несомненно, что дальнейшие детальные исследования морфологии, геологического строения и продуктов извержений вулканов внесут изменения и уточнения в полученные результаты. Попытка вулcano-географического районирования сделана на основе изучения имеющихся данных по морфологии вулканов и геологическому строению и сведений о характере и частоте извержений за исторический период.

Настоящая статья основывается на фактическом материале, собранном Вулканологической станцией и Лабораторией вулканологии АН СССР за 26 лет их существования.

Авторы рассмотрели число и плотность действующих вулканов на Камчатке и Курильских островах, проанализировали активности вулканов за исторический период и на основе имеющейся статистики попытались вычислить вероятность катастрофических извержений, а также рассмотрели типы вулканических извержений в этих районах и создаваемые ими опасные зоны.

## 1. ЧИСЛО И ПЛОТНОСТЬ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВУЛКАНОВ КАМЧАТКИ И КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

К действующим вулканам относятся вулканы, извергавшиеся в течение исторического периода (табл. 1). Однако длительность последнего в различных районах земли неодинакова и колеблется от нескольких сотен лет (Камчатка, Курильские острова, Аляска) до тысячелетий (в районах древних цивилизаций). Вероятность пробуждения того или иного вулкана, не имевшего извержений в исторический период, будет в общем обратно пропорциональна длительности исторического периода. Как показывает исторический опыт, некоторые вулканы иногда пробуждаются после периода покоя в многие сотни и даже тысячи лет. Примерами могут служить знаменитый итальянский Везувий и наш камчатский вулкан Безымянный.

Указываемое в различных сводках и справочниках число действующих вулканов на Камчатке и Курильских островах неодинаково. С. П. Крашенинникову, с 1737 по 1741 г. лично изучавшему Камчатку и написавшему о ней капитальный географический труд, было известно всего пять действующих вулканов Камчатки<sup>1</sup>.

А. Постельс (Postels A. 1835), занимавшийся географическими исследованиями на Камчатке в 20-х годах прошлого века, насчитывает 14 действующих вулканов.

В списке действующих вулканов, составленном К. Дитмаром (1901), их перечислено 13, в том числе 3 проявляющих фумарольную деятельность.

А. Сильницкий (1905) писал, что на Камчатке обыкновенно считают 38 вулканов, из которых 12 действующих и 26 потухших.

На карте вулканов Камчатки, составленной Н. Келлем (1928), отмечено 15 действующих вулканов или вулканов, проявляющих фумарольную деятельность.

В первом каталоге вулканов Камчатки, составленном П. Г. Новограбленовым (1932), отмечено 20 действующих вулканов, в том числе 2, находящихся в фумарольно-сульфатарной стадии.

В очерке «О вулканах Камчатки (1940) А. Н. Заварицкий пишет: «Общее число вулканов на Камчатке, во всяком случае, более 100... В числе их 15 или 16 могут считаться действующими...».

В книге В. И. Влодавца (1949) «Вулканы Советского Союза» описано 22 действующих вулкана Камчатки. Эта же цифра упоминается и в таблице географического распространения вулканов, составленной В. И. Влодавцем и В. А. Обручевым (1951), по данным 1947—1951 гг.

В «Каталоге действующих вулканов Камчатки» (Влодавец, Пийп, 1957), который, как это отмечено в предисловии, «является сводкой

<sup>1</sup> В своей работе С. П. Крашенинников указывает на наличие ряда действующих вулканов к северу от реки Камчатки. В настоящее время к северу от реки Камчатки действующие вулканы, за исключением Швелуча, неизвестны.

наших знаний на 1 января 1957 г.», к действующим отнесено 28 вулканов Камчатки. Нетрудно заметить, что каждая новая сводка дает число действующих вулканов большее, чем предыдущая. Это же относится и к вулканам Курильских островов.

Мильн (Milne, 1879, 1886) насчитывал на всей Курильской гряде 17 действующих вулканов. На японской карте, изданной в 1902 г., на Курильских островах отмечено также 17 действующих вулканов. Саппер (Sapper, 1927) в своем учебнике вулканологии приводит карту, на которой на Курильских островах показан 21 действующий вулкан.

В статье А. Н. Заварицкого (1946), основанной на последних японских данных, перечислен 21 действующий вулкан.

Советские исследования значительно дополнили наши знания о действующих вулканах Курильских островов.

В работе В. И. Влодавца (1949) упоминается 35 действующих вулканов, а в сводке, помещенной в Большой Советской энциклопедии, указано, что действующих вулканов на Курильских островах — 38 (включая подводные), столько же, сколько и в статье Г. С. Горшкова (1954).

В «Каталоге действующих вулканов Курильских островов» (Горшков, 1957) перечислено 39 активных вулканов. В последующей работе (1958) автор к 39 действующим вулканам предположительно добавляет еще 7, имеющие «признаки относительно недавних извержений — в пределах нескольких сот, а может быть до тысячи лет», но в настоящее время не проявляющих следов активности. В таком случае число действующих вулканов на Курильских островах возрастет до 46.

Постепенное увеличение числа действующих вулканов может быть объяснено тремя причинами: 1) открытием действующих вулканов в труднодоступных, ранее малоисследованных районах; 2) возобновлением деятельности вулканов, ранее считавшихся потухшими; 3) расширением понятия «действующий вулкан». В последних сводках к числу действующих отнесены вулканы, находящиеся в сольфатарной стадии деятельности, а также вулканы, имеющие следы недавних (происшедших в историческое время) извержений.

Следует отметить, что из числа «действующих» в «Каталог действующих вулканов СССР» без достаточного основания исключены некоторые вулканы, фигурировавшие в старых сводках.

Как было выше отмечено, «Каталог действующих вулканов СССР» (1957) насчитывает 28 вулканов на Камчатке и 39 на Курильских островах, всего 67. Из 28 действующих вулканов Камчатки только для 20 имеются (иногда очень неопределенные) указания на их извержения в историческое время. Из остальных 8, относительно которых нет никаких сведений об их извержениях в историческое время, 7 проявляют сольфатарную деятельность и 1 отнесен к действующим на основании того, что он имеет хорошо сохранившиеся вулканические формы и свежие лавовые потоки.

Из 39 Курильских вулканов сведения (иногда не очень точные и предположительные) об извержениях в историческое время имеются для 32. Из 7 Курильских вулканов, относительно которых нет сведений об их извержениях в историческое время, 5 находится в состоянии сольфатарной деятельности.

Таким образом, в «Каталоге действующих вулканов СССР» указаны вулканы, относительно которых имеются сведения, что они изверга-

<sup>1</sup> Влодавец В. И. насчитывал 38 действующих вулканов, но, как это показал позже Г. С. Горшков (1954, 1958<sup>1,2</sup>), сведения о трех подводных вулканах оказались ошибочными.

лись в историческое время, или же, если такие сведения отсутствуют, то те из них, которые проявляют сольфатарную деятельность, и вулканы, у которых имеются свежие и хорошо сохранившиеся лавовые потоки, шлаковые конусы, кратеры и другие вулканические образования, что свидетельствует об извержениях в сравнительно недалеком будущем. Такие вулканы мы предлагаем называть потенциально действующими.

По нашему мнению, к «потенциально действующим» вулканам могут быть уже сейчас дополнительно отнесены следующие.

На Камчатке:

1. Бакенин. На возможное недавнее извержение этого вулкана указывает полное и внезапное разрушение внутрикратерного лавового пика, наблюдавшегося в 1854 г. Дитмаром (Дитмар, 1901). Ко времени посещения вершины Бакенина А. В. Шербаковым в 1934 г. (Шербаков, 1937) и Б. И. Пийпом в 1936 г. (Пийп, 1941) лавовый пик не сохранился. Как пишет Пийп, «вероятны два предположения: или здесь была непродолжительная вулканическая деятельность, или же эта скалистая лавовая глыба, уже подточенная эрозией, упала от сейсмического толчка».

Вероятность отдельных редких извержений в недавнее время подтверждается и наличием молодых, «базальтовых лавовых излияний в окрестностях Бакенина, которые характеризуются исключительной свежестью своих лав и пирокластических конусов» (Святловский, 1956).

2. Вилючик. Фумарольная деятельность на этом вулкане, по данным А. Н. Сирина (1958), наблюдалась в 1952, 1953, 1957 гг. Имеются указания на фумарольную деятельность Вилючинского вулкана и в более ранние годы (Сильницкий, 1905). В непосредственной близости от вулкана, у его северного подножья имеется обнаруженный Е. М. Крохиным (1954) свежий шлаковый конус Зеленый, образовавшийся, несомненно, в течение последнего тысячелетия.

3. Колхозный. По данным, приведенным А. Н. Заварицким (1955), это хорошо сохранившийся усеченный конус, с широким кратером и излившимся на восточный склон свежим лавовым потоком. В находящейся южнее вулкана округлой кальдерообразной впадине Т. И. Устинова (1954) отметила фумарольную деятельность.

4. Малый. Очень хорошо сохранившийся насыпной конус с кратером на вершине. В котловине к юго-западу от вулкана Т. И. Устинова (1954) отметила фумарольную деятельность. В отношении этого вулкана, а также вулкана Колхозный Г. С. Горшков (1958) пишет, что «исключительная свежесть лавовых потоков этих конусов не оставляет сомнений в их деятельности в недавнее (историческое) время».

5. Плоский (Дальний Плоский). Обнаруженные Г. С. Горшковым (1958) юные конусы на вершине этого вулкана, а также А. Н. Сириным следы недавних боковых извержений на его южном склоне дают основание доказать, что Дальний Плоский еще способен к извержениям.

Кроме извержений вулканов центрального типа, вулканическая деятельность на Камчатке в исторический период проявлялась и в форме извержений одноактных шлаковых конусов, не связанных с вулканами центрального типа и образующих в совокупности самостоятельные зоны, связанные, как это предполагал Б. И. Пийп (1956), с глубокими разломами регионального типа, остававшимися длительное время открытыми. Устойчивая, продолжающаяся многие тысячелетия вплоть до современной эпохи, вулканическая деятельность в этих зонах позволяет отнести зоны к районам, где вулканические извержения возможны и в будущем.

В первую очередь следует отметить те самостоятельные зоны шлаковых конусов, для которых имеются наиболее достоверные признаки недавних извержений.

1. Район Явинского вулкана. Явинский вулкан, по данным С. А. ради (1911), представляет совершенно свежий шлаковый конус с лавовым потоком длиной более 1 км.

2. Район группы шлаковых конусов «Веер». Как пишет Б. И. Пийп (1941), самым свежим и наиболее крупным из них является шлаковый конус «Веер». П. Т. Новограбленов (1932) без ссылки на источник сообщает, что конус и его поток образовались в 1856 г. Во всяком случае, весьма вероятно, что он образовался в недавнее время.

3. Район группы шлаковых конусов пади Костакан (известны также под названием «шлаковые конуса под Бакенином»). По словам А. Е. Святловского (1956), «вулканическая деятельность происходила при современном рельефе, и некоторые вулканические конусы и их лавовые потоки почти не задеты эрозионными процессами». Б. И. Пийп (1941) считает, что во время поездки Дитмара в 1854 г. лавовые потоки этих конусов уже существовали.

На Камчатке имеется еще целый ряд региональных зон шлаковых конусов, возникших и развивавшихся, без сомнения, в позднечетвертичное время. Вполне возможно, что и там в исторический период имели место отдельные извержения, оставшиеся, однако, незамеченными в силу своей незначительности и удаленности от населенных пунктов.

### **На Курильских островах:**

1. Стокап. Прекрасно сохранился вершинный кратер. Имеются указания на сольфатарную деятельность в XVIII столетии (Корсунская, 1948; Влодавец, 1949), которые Г. С. Горшков (1954) считает, однако, ошибочными. Позже Г. С. Горшков (1958) включил Стокап в число вулканов, проявлявших активность в течение нескольких последних сотен лет.

3. Богдан Хмельницкий. В барранкосах, идущих от центрального кратера, видны следы угасшей сольфатарной деятельности. Е. К. Мархинин в 1957 г. от жителей пос. Курильск получил непроверенные сведения о наличии на вулкане сольфатар.

В 1958—1959 гг. сейсмическая станция в пос. Курильск отмечала многочисленные местные толчки в районе этого вулкана.

Кроме вышеупомянутых вулканов на Курильских островах, к числу «потенциально действующих вулканов» могут быть отнесены Неожиданный, Безымянный, расположенный рядом с вулканом Неожиданный, Козыревского, Крашенинникова, Билибина, Богдановича.

Таким образом, общее количество вулканов на Камчатке и Курильских островах, которые необходимо учитывать при вулканическом районировании, возрастает до 80 (из них 33 на Камчатке и 47 на Курильских островах).

Учитывая, что длина Камчатки 1200 км, а ее площадь 350 тыс. км<sup>2</sup>, а длина Курильских островов 1200 км и их площадь 15,6 тыс. км<sup>2</sup>, трудно рассчитать плотность вулканов (табл. 2).

## **2. АКТИВНОСТЬ ВУЛКАНОВ КАМЧАТКИ И КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ**

За историческое время на Камчатке и Курильских островах зарегистрировано 232 извержения<sup>2</sup> из них 12 сомнительных. При этом на Камчатке произошло 154 извержения, из которых только 3 сомнитель-

<sup>1</sup> Г. С. Горшков (1958) рассматривает вулкан Богдана Хмельницкого как часть сложной постройки вулкана Чирип.

В процессе подготовки статьи к печати были получены сообщения о возобновившейся деятельности вулканов Ключевской, Безымянный, Мутновский. Ввиду отсутствия данных о характере извержений, последние в таблицах не упоминаются.

Таблица 1

## Действующие вулканы Камчатки и Курильских островов

Вулканы, для которых извержения в историческое время известны	Вулканы, для которых исторические извержения не известны, но которые находятся в сольфатарной стадии деятельности	Потенциально действующие вулканы
<b>Вулканы Камчатки</b>		
Шевелуч Ключевской Безымянный Плоский Толбачик Кизимен Кроноцкий Малый Семячик Карымский Жупановский Дзензурский * Авачинский Корякский Мутновский Горелый хребет Опала Ксудац Желтовский Ильинский Кошелева Камбальный	Гамчен Кихпинич Узон Бурлящий Центральный Семячик Ичинский Комарова	Крашенинникова Плоский Вилочик Колхозный Малый Бакенин
Итого 20	7	6
<b>Вулканы Курильских островов</b>		
Алаид Эбеко Чикурачки Карпинского Фусса Асырминтар Немо Креницына Севергина Синарка Кунтоминтар Экарма Чиринкотан Райкоке Сарычева Подводный вулкан (извержение 1924 г.) Расшуа Ушишир	Татаринова Трезубец Баранского Тебенькова Иван Грозный	Брат Чирпоев Колокол Стокап Богдан Хмельницкий Неожиданный Вулкан Безымянный Козыревского Крашенинникова Билибина Богдановича

Таблица 1 (окончание)

Вулканы, для которых извержения в историческое время известны	Вулканы, для которых исторические извержения не известны, но которые находятся в сольфатарной стадии деятельности	Потенциально действующие вулканы
Палласа Прево Заварицкого Горящая сопка Черного Сноу Берга Медвежий Чирип Атсонопури * Берутарубе * Тятя Менделеева * Головнина		
Итого 32	5	10
Всего 52	12	16

\* Данные об извержениях сомнительны.

Таблица 2

Плотность вулканов на Камчатке и Курильских островах

	На Камчатке		На Курильских островах	
	площадная	линейная	площадная	линейная
а. Плотность вулканов, относительно которых есть данные об извержениях в историческое время	1/17,5 тыс. км <sup>2</sup>	1/60 км	1/503 км <sup>2</sup>	1/39 км
б. Плотность при учете также вулканов, проявляющих сольфатарную деятельность	1/13 тыс. км <sup>2</sup> *	1/44 км	1/422 км <sup>2</sup>	1/32 км
в. Плотность при учете также потенциально действующих вулканов	1/10,6 тыс. км <sup>2</sup>	1/36 км	1/332 км <sup>2</sup>	1/25 км

ных, а на Курильских островах 78 извержений, из которых 9 сомнительных.

В табл. 3—4 приведено число известных извержений для всех вулканов Камчатки и Курильских островов.

Ниже приводятся списки вулканов Камчатки и Курильских островов в порядке уменьшения их активности.

Таблица 3

## Активность вулканов Камчатки

Вулкан	Всего известно извержений	Из них сомнит.	Из общего числа извержений			Число извержений за последние 30 лет					Дата последнего извержения
			слабые	сильные	катастрофич.	всего	сомнительн.	слабых	сильных	катастрофич.	
Шевелуч . . . . .	6	—	1	4	1	2	—	—	2	—	1944—1950
Ключевской . . . . .	53	1	34	19	—	15	—	8	7	—	1959
Безымянный . . . . .	1	—	—	—	1	1	—	—	—	1	1956—1959
Плоский Толбачик . . . . .	8	—	7	1	—	3	—	3	—	—	1954
Кизимен . . . . .	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1927
Кроноцкий . . . . .	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1923
Малый Семячик . . . . .	5	—	3	2	—	2	—	2	—	—	1952
Карымский . . . . .	26	—	22	4	—	12	—	8	4	—	1960
Жупановский . . . . .	7	—	6	1	—	3	—	2	1	—	1956
Дзензурский . . . . .	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1923
Авачинский . . . . .	12	—	3	9	—	2	—	—	2	—	1945
Корякский . . . . .	2	—	2	—	—	1	—	1	—	—	1957
Мутновский . . . . .	15	—	13	2	—	5	—	5	—	—	1952
Горелый хребет . . . . .	6	—	5	1	—	2	—	1	1	—	1931
Опала . . . . .	4	—	4	—	—	—	—	—	—	—	1894
Ксудач . . . . .	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1907
Желтовский . . . . .	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1923
Ильинский . . . . .	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1901
Кошелева . . . . .	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	конец XVII в.
Камбальный . . . . .	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	
<b>Итого:</b>	<b>154</b>	<b>3</b>	<b>105</b>	<b>46</b>	<b>3</b>	<b>48</b>	<b>—</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	

Таблица 4

## Активность вулканов Курильских островов

Вулкан	Всего известно извержений	Из них сомнит.	Из общего числа извержений			Число извержений за последние 30 лет					Дата последнего извержения
			слабые	сильные	катастрофич.	всего	сомнительн.	слабых	сильных	катастрофич.	
Алаид . . . . .	5	—	—	5	—	1	—	—	1	—	1933—1934
Эбеко . . . . .	3	—	2	1	—	1	—	—	1	—	1934—1935
Чикурачки . . . . .	2	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1854—1859
Карпинского . . . . .	1	—	1	—	—	1	—	1	—	—	1952
Фусса . . . . .	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1854
Асырминтар . . . . .	2	—	2	—	—	1	—	1	—	—	1938
Немо . . . . .	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1906
Креницына . . . . .	1	—	—	1	—	1	—	—	1	—	1952
Севергина . . . . .	6	—	3	2	1	2	—	1	1	—	1933
Синарка . . . . .	4	—	2	2	—	—	—	—	—	—	1878



Вулкан	Всего известно извержений	Из них сомнит.	Из общего числа извержений			Число извержений за последние 30 лет					Дата последнего извержения
			слабые	сильные	катастрофич.	всего	сомнител.	слабых	сильных	катастрофич.	
Кунтоминтар . . . . .	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1872
Экарма . . . . .	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1767—1769
Ширинкотан . . . . .	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1878—1889
Райкоке . . . . .	3	—	—	2	1	—	—	—	—	—	1924
Сарычева . . . . .	7	—	4	3	—	4	—	2	—	—	1960
Подводный . . . . .	1	—	1	—	—	—	—	—	2	—	1924
Расшуа . . . . .	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1846
Ушишир . . . . .	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1884
Паласса . . . . .	2	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1924
Прево . . . . .	2	—	1	1	—	—	—	—	—	—	начало XIX в.
Заварицкого . . . . .	2	—	1	1	—	1	—	—	—	—	1957
Горячая сопка . . . . .	6	2	5	3	—	1	1	1?	1	—	1944
Черного . . . . .	3	1	2	1	—	—	—	—	—	—	1857
Сноу . . . . .	5	—	3	2	—	—	—	—	—	—	1879
Берга . . . . .	3	1	3	—	—	1	—	1	—	—	1951—1952
Кудрявый . . . . .	2	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1883
Чирип . . . . .	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1860
Атсонопури . . . . .	2	2	—	—	—	1	1	1	—	—	1932
Берутарубе . . . . .	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1812
Тятя . . . . .	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1812
Менделеева . . . . .	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1890
Головина . . . . .	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	середина XIX в.
Итого:	78	9	47	28	3	14	2	8	7	—	

Ряд активности вулканов Камчатки<sup>1</sup>

- |                               |                           |
|-------------------------------|---------------------------|
| 1. Ключевской (53, 19, —)     | 11. Кроноцкий (2, —, —)   |
| 2. Карымский (26, 4, —)       | 12. Корякский (2, —, —)   |
| 3. Мутновский (15, 2, —)      | 13. Безымянный (1, —, 1)  |
| 4. Авачинский (12, 9, —)      | 14. Кизимен (1, 1, —)     |
| 5. Плоский Толбачик (8, 1, —) | 15. Дзензурский (1, 1, —) |
| 6. Жуляновский (7, 1, —)      | 16. Ксудач (1, —, 1)      |
| 7. Шевелуч (6, 4, 1)          | 17. Желтовский (1, 1, —)  |
| 8. Горелый хребет (6, 1)      | 18. Ильинский (1, —, —)   |
| 9. Малый Семячик (5, 2, —)    | 19. Кошелева (1, 1, —)    |
| 10. Опала (4, —, —)           | 20. Камбальный (1, —, —)  |

## Ряд активности вулканов Курильских островов

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| 1. Севергина (6, 2, 1)     | 11. Чикурачки (2, 1, 1)   |
| 2. Сарычева (7, 3, —)      | 12. Асырминтар (2, —, —)  |
| 3. Горячая сопка (6, 3, —) | 13. Немо (2?, —, —)       |
| 4. Алайд (5, 5, —)         | 14. Ушишир (2, 2, —)      |
| 5. Сноу (5, 2, —)          | 15. Чиринкотан (2?, —, —) |
| 6. Синарка (4, 2, —)       | 16. Паласса (2, 1, —)     |
| 7. Эбеко (3, 1, —)         | 17. Прево (2, 1, —)       |
| 8. Райкоке (3, 2, 1)       | 18. Заварицкого (2, 1, —) |
| 9. Черного (3, 1, —)       | 19. Кудрявый (2, 1, —)    |
| 10. Берга (3, —, —)        | 20. Атсонопури (2?, —, —) |

<sup>1</sup> В скобках указаны: первая цифра—общее количество известных извержений, вторая—сильных, третья—катастрофических.

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 21. Чирип (2, —, —)       | 27. Расшуа (1?, —, —)     |
| 22. Фусса (1, 1, —)       | 28. Карпинского (1, —, —) |
| 23. Креницына (1, 1, —)   | 29. Беругарубе (1?, —, —) |
| 24. Куитоминтар (1, 1, —) | 30. Менделеева (1?, —, —) |
| 25. Экарма (1?, —, —)     | 31. Тятя (1, —, —)        |
| 26. Подводный (1, —, —)   | 32. Головкина (1?, —, —)  |

Подразделение извержений на слабые и сильные условно и основывается главным образом на субъективных оценках, почерпнутых из литературных данных. К катастрофическим извержениям отнесены извержения с объемом выброшенного материала более  $1 \text{ км}^3$ , а к очень сильным — с палящими тучами и косыми взрывами, даже если объем выброшенного материала составляет менее  $1 \text{ км}^3$ .

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в районе Курило-Камчатской вулканической дуги слабые извержения происходят почти ежегодно, сильные — один раз в несколько лет, катастрофические — один раз в 50—60 лет. В связи с малой плотностью населения реальную угрозу для жителей Камчатки и Курильских островов могут представлять лишь очень сильные и катастрофические извержения. Вероятность же последних, как мы видим, невелика. Если считать, что для любого из 79 действующих и потенциально действующих вулканов в зоне Курило-Камчатской вулканической дуги одинакова вероятность катастрофического извержения, то для каждого из них его следует ожидать один раз в 4000—5000 лет.

### 3. ТИПЫ ИЗВЕРЖЕНИЙ ВУЛКАНОВ КАМЧАТКИ И КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

Степень опасности извержений определяется их характером и силой. Извержения, происшедшие за исторический период на Камчатке и Курильских островах, являются преимущественно эксплозивными. Из 222 зарегистрированных извержений 75% были чисто или существенно эксплозивными. Из 154 исторических извержений на Камчатке 65% были эксплозивными (коэффициент эксплозивности равен 100%), 10% существенно эксплозивными (коэффициент эксплозивности не менее 75%), 25% приходится на извержение иного характера.

Из 78 исторических извержений на Курильских островах к эксплозивным относится 64%, к существенно эксплозивным 11%, к прочим 25%.

Почти полное совпадение процентных соотношений между извержениями чисто эксплозивными, существенно эксплозивными и извержениями других типов на Камчатке и Курильских островах (табл. 5) подчеркивает общность черт современного вулканизма в этих районах, являющихся составными частями Курило-Камчатской дуги.

Полученный результат хорошо согласуется с данными Саппера (Sapper, 1927), по которым значение К. Э. для азиатских вулканических дуг равно 95%. Оценка этого коэффициента для Камчатки в 60%, даваемая А. А. Меняйловым (1947), является безусловно заниженной. Любопытно, что 36% лавового материала, судя по данным табл. 5, извергаются в форме экструзивных куполов.

Несмотря на имеющееся общее сходство в характере большинства зарегистрированных в историческое время извержений, разрушающие действия их в размере зон, в которых последние проявились, были весьма различны.

Это обусловлено как различием в силе извержений, так и разнообразием тех опасных явлений, которые сопровождают извержения. К таким

<sup>1</sup> Коэффициент эксплозивности (К. Э.) — это процент пирокластических продуктов от общего количества продуктов извержения.

Таблица 5

Объемы выброшенных продуктов при некоторых извержениях Камчатских и Курильских вулканов

Название вулкана	Год извержения	Объем выброшенных продуктов, млн. м <sup>3</sup>			Коэффициент эксплозивности	Источник данных
		пирокластика	эффузивный материал	экструзивный материал		
Ключевской	1937 1938	187,5	184	—	49%	Меняйлов А. А., 1947
Ключевской (кр. Апахончич)	1946	3	18	—	14%	Набоко С. И., 1949
Толбачик	1941	12	14,4	—	46%	Пийп Б. И., 1946
Ксудач	1907	3000	—	—	100%	1924
Авачинский	1945	250	—	—	100%	Заварицкий А. Н., 1954
Безымянный	1956	1500	—	20	99%	Горшков Г. С., 1957
Шевелуч	1947	25	—	100	20%	Меняйлов А. А., 1955
Чикурачки	1953	1000	—	—	100%	Горшков Г. С., 1954
Итого		5927,5	346,4		94%	

явлениям на Камчатке и Курильских островах следует отнести: вертикальные и крутонаклонные взрывы, косые взрывы, каменные лавины, раскаленные лавины рыхлого материала, газовые лавины палящих туч, грязевые и водные потоки.

Перечисленные явления неодинаковы с точки зрения их опасности и играют в современном вулканизме Камчатки и Курильских островов различную роль. Кратко рассмотрим их в отдельности.

**Вертикальные и крутонаклонные взрывы**. К ним отнесены эксплозии, при которых угол наклона основной струи взрывного столба равен 90—60°. Действие ударной волны при подавляющем большинстве таких взрывов за пределами вулканического подножия практически не проявляется. Весь крупный обломочный материал обычно выпадает на склоне вулканического конуса или в пределах кальдеры.

Большую опасность представляют очень сильные вертикальные взрывы, срывающие полностью или частично вулканическую вершину. При таких взрывах резко возрастает как количество обломочного материала, так и радиус зоны разброса. Во время извержения пика Сарычева в

<sup>1</sup> К вертикальным взрывам также отнесены фреатические взрывы и вторичные взрывы на агломератовых и лавовых потоках.

1946 г. крупные обломки выпадали на расстоянии до 7 км. Возможны выбросы крупных обломков на расстояние до 10 км. Температура падающих на землю обломков может достигать 600° и при попадании в жилые дома, лес и т. п. они способны вызывать пожары.

**Косые взрывы (направленного действия).** Осевая часть взрывной струи при такого рода эксплозиях наклонена к горизонту под углом более 60°.

При очень сильных и катастрофических взрывах ударное и термическое действие газовой струи может проявляться на расстоянии до 30 км (извержение вулкана Безымянного 1956 г.). Косые взрывы довольно редки и на Камчатке зафиксированы только у вулканов Шивелуч и Безымянный.

**Каменные лавины** обычно образуются при вертикальных взрывах, как из раскаленных обломков свежеизлившейся лавы, так и из холодных обломков, образовавшихся при разрушении взрывом старых лав. Лавины такого рода, обычно, за пределы вулканического подножия не распространяются и поэтому при извержении Камчатских вулканов особой опасности представлять не могут.

При извержении вулканов Курильской гряды, у которых вулканическое подножие иногда совпадает с береговой линией, лавины могут достигать берега моря и расположенных там населенных пунктов.

Движение каменных лавин обычно подчинено формам рельефа.

**Раскаленные потоки рыхлого материала** (агломератовые потоки). Эти потоки на Камчатке и Курильских островах наблюдаются относительно редко. Они могут распространяться далеко за пределы вулканического конуса, особенно в том случае, если они сопровождаются палящими тучами (при извержении Безымянного в 1956 г. агломератовый поток распространился на расстояние 18 км).

Небольшие агломератовые потоки (типа наблюдаемых у вулкана Авачинского) в своем движении могут подчиняться формам рельефа. Крупные потоки (извержение Безымянного, 1956) засыпают мелкие формы рельефа, нивелируя местность и совершенно изменяя ее облик. При выходе агломератовых потоков за пределы береговой линии (например, при извержении пика Сарычева в 1930 и 1946 гг.) последняя может быть существенно изменена.

**Палящие тучи** наблюдались редко и по своему происхождению различны. Палящие тучи вулкана Шивелуч (извержение 1944—1948 гг.) и палящая туча вулкана Безымянного (30 марта 1956 г.) связаны с взрывами направленного действия. Температура палящих туч достигает 900° (вулкан Шивелуч, извержение 1944 г.) скорость 90 км/час (Шивелуч, извержение 1947 г.). За исключением извержения Безымянного в 1956 г. когда палящая туча прошла путь до 30 км, палящие тучи камчатско-курильских извержений проходят обычно путь в 4—5 км (Шивелуч, 1944—1948 гг., Синарка, 1678 г.).

**Лавовые потоки.** Для подавляющего числа вулканов Камчатки и Курильских островов длина лавовых потоков, излившихся в исторический период, не превышает 5—6 км. Исключение составляют вулканы Толбачик, Ключевской, Горелый хребет, боковые извержения которых дают более длинные лавовые потоки. Так, например, во время исторического (точная дата неизвестна) извержения вулкана Толбачик был излит лавовый поток длиной до 40 км. Поток кратера Апахончич (вулкан Ключевской, 1946 г.) — 7 км. Поток кратера Билюкай (вулкан Ключевской, 1938 г.) — 16 км. Температура лавы достигает 1100—1200°.

Небольшая длина лавовых потоков, а также малая скорость их движения (до одного км в сутки) и значительная удаленность камчатских

вулканов от населенных пунктов делают угрозу лавовых потоков для жизни людей маловероятной.

При извержениях вулканов, расположенных на небольших островах Курильского архипелага, лавовые потоки могут достигать побережья. Радиус опасной зоны лавовых потоков до 10 км, для Ключевского вулкана 30 км, для Толбачика 45 км.

**Грязевые и водные потоки** сопутствуют извержениям с выбросом больших количеств раскаленных обломков, лавинами раскаленного рыхлого материала, палящими тучами. Движение грязевых и водных потоков происходит со скоростью до 60 км/час и, как правило, подчинено рельефу. Потоки могут проходить значительные расстояния. Например, при извержении вулкана Безымянного, в 1956 г. — 80 км, Ключевского в 1944—1945 гг. — 35 км, Авачинского в 1938 г. — 18 км. В условиях Камчатки грязевые и водные потоки представляют наиболее реальную угрозу при извержениях. Радиус опасной зоны (вдоль отрицательных форм рельефа) в зависимости от конкретных условий (типа извержений, характера рельефа и т. п.) от 30 до 90 км.

Радиус опасных зон, выделяемых при составлении карт вулcano-географического районирования, определялся, помимо рельефа местности, типом извержений, характерным для того или иного вулкана.

Все исторические извержения: на Камчатке и Курильских островах могут быть сведены к шести нижеперечисленным типам, отличающимся характером сопутствующих явлений.

**I. Эксплозивные извержения конусов центрального типа.** Характерны вертикальные взрывы, достигающие иногда колоссальной силы, с выбросами большого количества эксплозивного материала, образованием каменных лавин и лавин раскаленного рыхлого материала. В зимнее время извержения могут сопровождаться образованием грязевых и водных потоков. К той же группе относятся фреатические извержения. Примерами извержений этого типа служит большинство известных исторических извержений Ключевского вулкана, происшедших до 1913 (1915?) года.

**II. Эксплозивно-эффузивные извержения центральных конусов.** При извержениях этого типа явления, указанные для первого типа дополняются излиянием небольших (обычно до 5 км длиной) лавовых потоков, количество которых в некоторых случаях может быть значительным.

Эксплозивная деятельность чаще всего имеет более умеренный характер, чем при извержениях первого типа. Примером может служить извержение Ключевского вулкана в 1929 г.

К описываемому типу следует отнести также извержения, при которых эксплозивная деятельность происходит на фоне периодического поднятия и опускания уровня лавы в вулканическом канале с редкими излияниями в полость вершинной кальдеры (Толбачик, 1941 г.), а также извержения с излиянием лавы, сопровождаемым слабой эксплозивной деятельностью (пик Сарычева в 1878 г.).

**III. Эксплозивно-экструзивные извержения вулканических массивов и конусов центрального типа.** Начальная стадия этих извержений характеризуется эксплозивной деятельностью различной силы с формированием вершинных (иногда внутрикальдерных) экструзивных куполов. Вслед за образованием последних обычно эксплозивная деятельность в виде косых и наклонных взрывов с образованием палящих туч и отложением раскаленного агломерата. В отдельных случаях извержения могут завершаться формированием новых экструзивных куполов.

Примерами извержений этого типа на Камчатке могут служить извержения Шевелуча (1944—1950 гг.) и Безымянного в 1956 г., а на Курильских островах — извержение вулкана Синарка в 1878 г.

#### **IV. Эксплозивно-экструзивные извержения вулканов—кальдер<sup>1</sup>.**

Эксплозивная деятельность, достигающая в исключительных случаях катастрофической силы, нередко завершается формированием **внутри-кальдерных** экструзий. Косые взрывы, палящие тучи и раскаленные лавины не характерны. Изредка по сходной схеме происходят извержения конусов центрального типа (извержение вулкана Севергина в 1933 г.), в этом случае извержение заканчивается образованием вершинных экструзий.

**V. Эффузивно-эксплозивные извержения боковых кратеров.** Извержения этого типа примечательны излияниями лавовых потоков длиной до 40 км (вулкан Толбачик). Эксплозивная деятельность чаще всего умеренной силы. Коэффициент эксплозивности для извержений этого типа обычно не превышает 20%, например при извержении кратера Апахончич (вулкан Ключевской) в 1946 г.— 14%; кратера Билукай (вулкан Ключевской), извержение 1938 г.— 10%; кратера вулкана Толбачик, извержение 1941 г.— 5%. Извержения этого типа редки и наблюдались лишь у вулканов Ключевского, Толбачик и Горелый хребет. Грязевые потоки не образуются.

**VI. Эксплозивные и эксплозивно-эффузивные извержения боковых кратеров.** Эксплозивная деятельность от умеренной до сильной может сопровождаться (обычно в завершающей фазе) излиянием лавовых потоков не более 5—6 км длиной. Грязевые потоки, по-видимому, не образуются. В очень редких случаях, вместо излияния лавовых потоков, происходит формирование экструзивного купола (извержение пика Креницына, 1952 г.).

Следует указать еще на наблюдавшиеся в 1937—1938 гг. и в 1944—1945 гг. у Ключевского вулкана извержения, проходившие по смешанному типу. В ходе последних выделились две стадии. В течение первой — извержение по своему характеру соответствовало первому или второму типу. Вторая стадия, которая иногда отделялась от первой небольшим временным промежутком (до нескольких недель), характеризовалась признаками извержения пятого или шестого типа.

Из всех выделенных нами типов наиболее опасным является третий. Значительную опасность могут представлять сильные извержения первого и второго типов, особенно если они сопровождаются палящими тучами» раскаленными лавинами рыхлого материала и грязевыми потоками.

При извержениях четвертого типа зона опасности почти всегда ограничивается внутрикальдерной полостью.

Извержения четвертого типа можно отнести к разряду умеренно опасных. К этой же категории можно причислить извержения пятого типа, при которых благодаря медленному движению лавовых потоков всегда имеется возможность произвести заблаговременную эвакуацию из угрожаемой зоны.

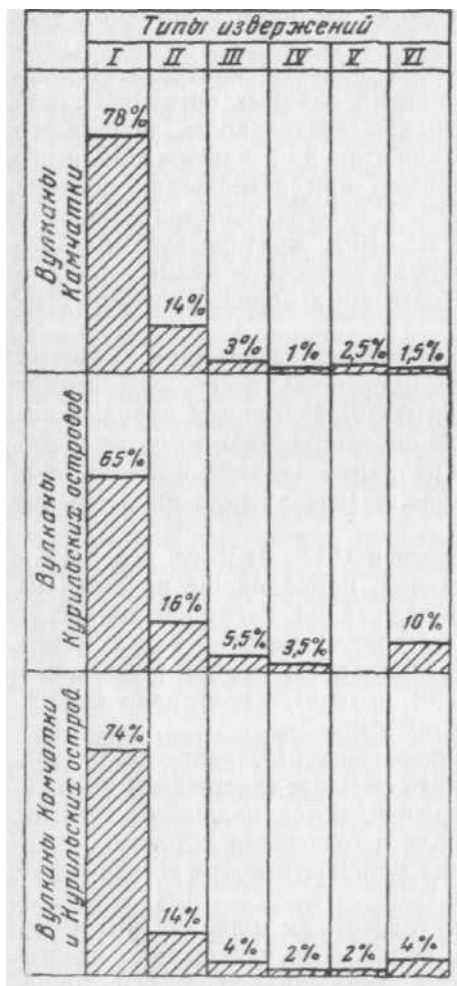
Извержения последнего, шестого типа в силу относительной слабости их мало опасны. Из 232 исторических извержений к определенному типу отнесено 177 (табл. 6).

Процентное соотношение между извержениями различных типов на Камчатке и Курильских островах показано на фиг. 1.

Обращает на себя внимание весьма сходное распространение извержений первых четырех типов для Камчатки и Курильских островов. Для последних характерен повышенный по сравнению с Камчаткой процент боковых извержений (шестой тип) за счет сокращения эксплозивных извержений первого типа, а также повышенный процент эксплозивно-экструзивных типов извержений (третий и четвертый тип).

<sup>1</sup> К вулканам — кальдерам не относятся конуса центрального типа, расположенные внутри кальдер, такие, как, например, вулкан Карымский.

Для 64 (33 на Курильских островах и 31 на Камчатке) действующих вулканов может быть определен наиболее вероятный тип извержения (фиг. 2 и 3), из них первый тип извержений наиболее вероятен для 33 вулканов (20 на Курильских островах и 13 на Камчатке), второй тип преобладает у 6 вулканов (1 на Курильских островах и 5 на Камчатке),



Фиг. 1. Процентное распределение извержений по типам

для составления карт вулcano-географического районирования в описываемых районах (см. фиг. 2, 3).

Размеры и контуры зон опасности, выделенных у каждого из действующих вулканов, были определены в соответствии с морфологией вулкана, рельефом окружающей его местности и радиусом той условно опасной зоны, которая соответствует наиболее опасному типу извержений, либо наблюдавшемуся в историческое время, либо предполагаемому по данным его геологического строения.

Для вулканов, у которых определение наиболее опасного типа извержения было затруднено, условно опасные зоны были взяты с максимальными радиусами, принятыми нами для извержений различных

третий—у 9 (7 на Курильских островах и 2 на Камчатке), четвертый—у 6 (4 на Курильских островах и 2 на Камчатке); извержения пятого типа в качестве преобладающего не встречаются, извержения шестого типа наиболее вероятны у одного вулкана на Курильских островах и у 9 вулканов на Камчатке.

Для каждого из выделенных типов извержений может быть определен радиус условно опасной зоны (без учета рельефа и возможных грязевых и водных потоков). За радиус условно опасной зоны при извержениях определенного типа следует принимать максимальное расстояние, на котором, при исторических извержениях данного типа, проявилось разрушающее действие.

Исходя из сказанного выше, мы приняли следующие радиусы условно опасных зон: для извержений первого типа 20 км, второго — 15 км, третьего — 40—50 км, четвертого — 20 км, пятого — 30 км (Толбачик — 50, Ключевской — 40 км, остальные — 30 км), шестого — 20—25 км.

#### 4. КАРТЫ ВУЛКАНО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

Карты вулcano-географического районирования составлены для каждого из 80 действующих и потенциально действующих вулканов Камчатки и Курильских островов.

Материалы районирования отдельных вулканов послужили осно-

Таблица 6

**Распределение по типам исторических извержений вулканов  
Курило-Камчатской дуги**

Вулканы	Тип извержения						Всего
	I	II	III	IV	V	VI	
Вулканы Камчатки . . . . .	95	17	4	1	3	2	122
Вулканы Курильских островов . . . . .	36	9	3	2	0	5	55
Итого . . . . .	131	26	7	3	3	7	177

типов. Составление карт вулcano-географического районирования проводилось в следующем порядке. В первоначально нанесенную (в соответствии с наблюдавшимся или предполагаемым наиболее опасным типом извержения) условно опасную зону вносились поправки в зависимости от рельефа местности и морфологии вулкана.

Участки, находящиеся в пределах условно опасной зоны, но прикрытые от действующего вулкана крупными возвышенностями, были отнесены к безопасным. Если возвышенность, выполняющая роль экрана, невысока, то прикрываемая ею местность относилась к безопасной только в том случае, если для извержения вулкана не характерны палящие тучи и косые взрывы.

Участки условно опасной зоны, отделенные от действующего вулкана крупными глубокими речными долинами, также считались безопасными, если наклонные взрывы и палящие тучи не характерны для извержений данного вулкана.

Мелкие формы рельефа, леса, как показал опыт, при извержениях сколько-нибудь надежной защитой служить не могут.

За пределами условно опасной зоны к опасным отнесены крупные, глубокие долины, берущие свое начало либо на склонах действующего вулкана, либо в непосредственной близости от него, так как они могут служить путями продвижения возможных грязевых и водных потоков.

Длина опасных участков, выделяемых вдоль долин, достигает 100 км, и на картах они нередко оставлены незамкнутыми.

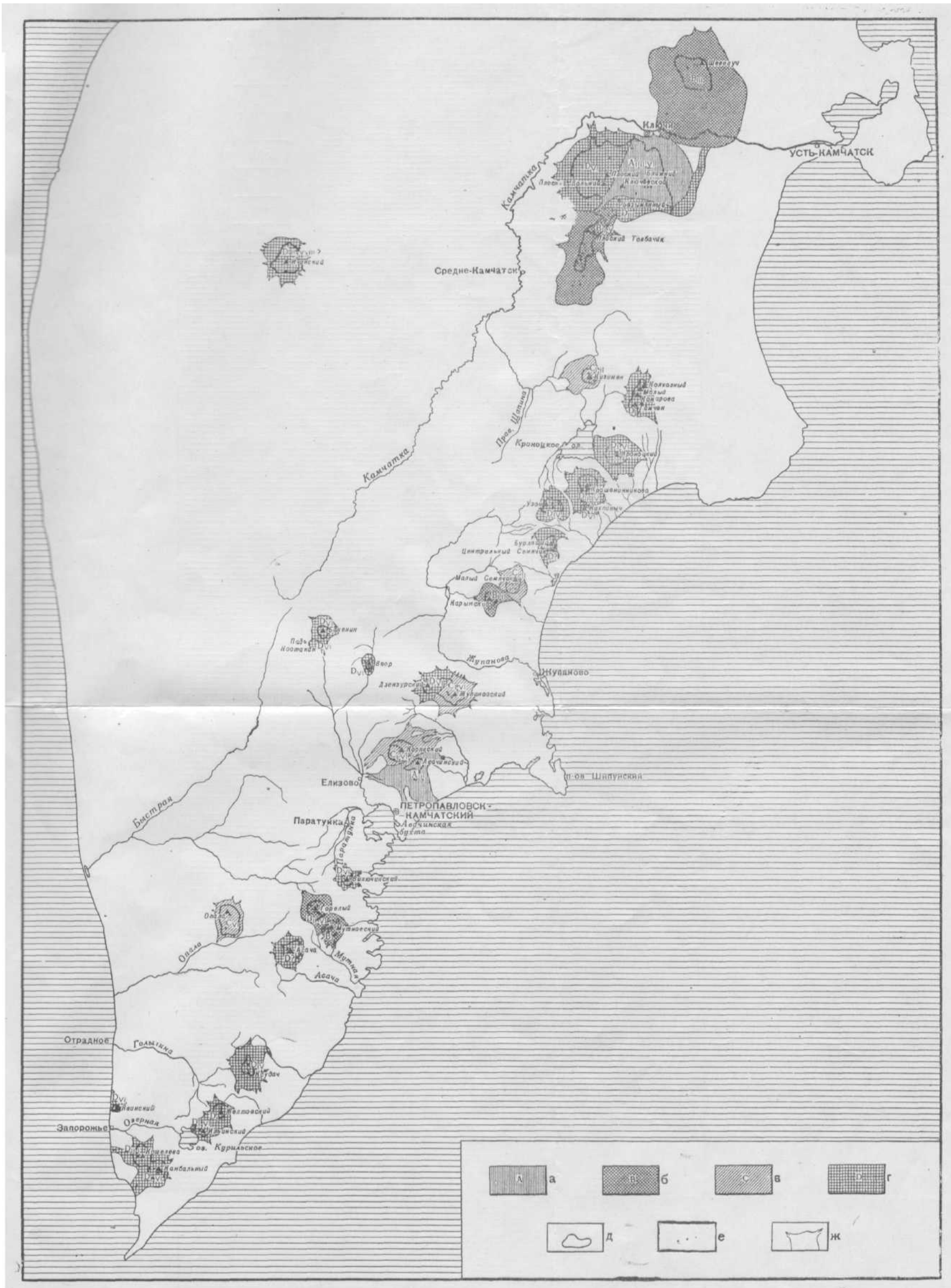
Длина возможного грязевого потока зависит от его массы. В свою очередь, последняя пропорциональна площади той части водосборного бассейна, которая расположена вблизи действующего вулкана и на которой происходит образование грязевого потока.

Следовательно, чем больше упомянутая площадь, тем большая часть долины отнесена к опасной зоне. В летнее время образование грязевых потоков менее вероятно, и они характеризуются меньшей длиной.

Внутри опасной зоны выделена зона особой опасности, в которой разрушающее действие может иметь место даже при слабых извержениях любого типа.

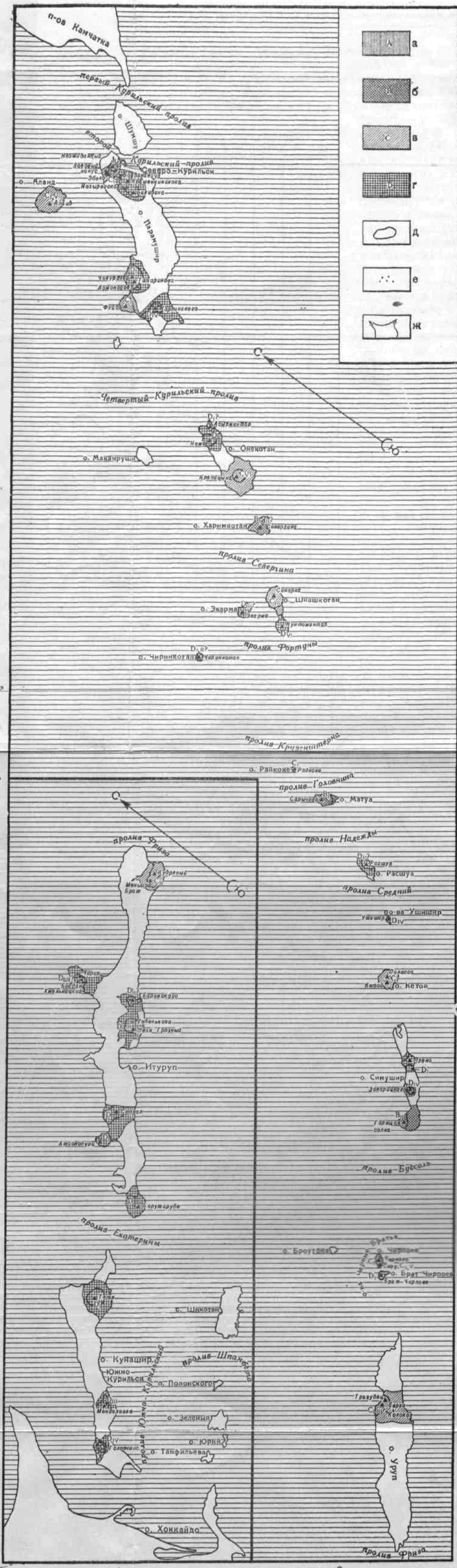
В особо опасную зону выделены — собственно вулканические конусы; секторы вулканических подножий, в сторону которых открыт активный кратер, и секторы, где в течение исторического периода происходило примущественное отложение продуктов вулканической деятельности; участки вулканических подножий, где имеются молодые побочные кратеры и продукты их деятельности; внутрикальдерные полости.





Фиг. 2 Схема вулcano-географического районирования Камчатки.

Составили **Е. К. Мархинин, А. Н. Сирин, К. М. Тимербаева и П. И. Токарев.** Зоны, опасные при вулканических извержениях: *а* — извержение вероятно в 5–10 лет; *б* — в 10–50 лет; *в* — в 50–100 лет; *г* — в 100 и более лет; *д* — особо опасная (внутренняя) зона; *с* — наиболее вероятные пункты извержений; *ж* — наиболее вероятные пути движения грязевых потоков  
 Типы извержений наиболее вероятные для данного вулкана: *I* — эксплозивные извержения центральных конусов; *II* — эксплозивные эффузивные извержения центральных конусов; *III* — эксплозивно-экструзивные извержения вулканических массивов; *IV* — эксплозивные и эксплозивно-экструзивные извержения вулканов-кальдер; *V* — эффузивно-эксплозивные извержения боковых кратеров; *VI* — эксплозивные и эксплозивно-эффузивные извержения боковых кратеров.



Фиг. 3. Схема вулcano-географического районирования Курильских островов. Условные обозначения — см. фиг. 2

Определение степени реальной опасности, угрожающей той или иной. из выделенных нами зон, проведено с учетом вероятности извержения (т. е. степени вероятности опасности).

Чем более активен вулкан, тем больше степень вероятности опасности. В общем случае величина степени вероятности опасности обратно пропорциональна среднему интервалу покоя (отношение времени к числу происшедших за этот период извержений).

Для вулканов, у которых извержения за исторический период зарегистрированы не были, за средний интервал покоя была принята величина исторического периода.

На картах вулкано-географического районирования (см. фиг. 2 и 3) степень вероятности опасности указана индексами:

*A*—если извержение вероятно 1 раз в 5—10; *B* — в 10—50;

*C* — в 50—100; *D* — более чем в 100 лет.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Из анализа вулканической активности на Камчатке и Курильских островах следует, что наиболее активным в вулканическом отношении районом Курило-Камчатской вулканической дуги является район Северной Камчатки. Здесь сосредоточено четыре активных вулкана (Ключевской, Шивелуч, Толбачик и Безымянный), на долю которых приходится около всех известных извержений и около извержений, происшедших на Камчатке и Курильских островах за последние 55 лет. Этот же район характерен и исключительным разнообразием типов извержений. Естественно поэтому, что вулкано-геофизические исследования для разработки методики предсказания извержений и изучения внутреннего строения вулканов, которые в настоящее время в Советском Союзе находятся в стадии организации, следует сосредоточить в основном на Камчатской Вулканологической станции, в пос. Ключи.

2. Общая площадь выделенных опасных зон, как это видно из табл. 7, составляет 23 257 км<sup>2</sup>, что соответствует 6,36% от площади Камчатки и Курильских островов.

Таблица 7

Зона	Деление зоны	На Камчатке		На Курильских островах	
		площадь, км <sup>2</sup>	% к площади Камчатки	площадь, км <sup>2</sup>	% к площади Курильских островов
Опасная	<i>A</i>	1351	0,38	—	—
	<i>B</i>	4679	1,33	136	0,87
	<i>C</i>	1449	0,41	798	5,12
	<i>D</i>	5208	1,45	1730	11,09
Особо опасная	<i>A</i>	1101	0,31	—	—
	<i>B</i>	944	0,27	233	1,49
	<i>C</i>	659	0,18	931	5,97
	<i>D</i>	2837	0,81	1201	7,70
Всего		18228	5,20	5029	32,23

Особо опасные и опасные зоны на Камчатке и Курильских островах расположены, как правило, в безлюдных или мало населенных районах.

3. Вероятность катастрофических извержений у каждого из выделенных вулканов не исключена, но чрезвычайно мала (1 раз в несколько тысяч лет).

Вычисленная вероятность катастрофического извержения какого-либо вулкана на территории Камчатки и Курильских островов — один раз в 50—60 лет.

4. Настоящую статью авторы рассматривают лишь как введение к детальному вулканическому районированию, которое для отдельных вулканов, расположенных вблизи населенных пунктов, должно быть проведено в дальнейшем на крупномасштабной топографической основе в соответствии с принципами вулканического районирования (Влодавец, 1959).

В качестве первоочередных объектов для детального вулканического районирования предлагаются на Камчатке — Ключевской и Авачинский вулканы, на Курильских островах — вулканы Эбеко, Горящая сопка, пик Фусса.

Авторы выражают большую благодарность В. И. Влодавцу и Б. И. Пийпу, просмотревшим работу в рукописи, а также С. И. Набоко и Г. С. Горшкову за критические замечания.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Влодавец В. И., Пийп Б. И. Каталог действующих вулканов Камчатки. Бюлл. Вулк. ст., № 25, 1957.
- Влодавец В. И. Обручев В. А. Б.С.Э. Изд. 2-е, т. 9, 1951.
- Влодавец В. И. Вулканы Советского Союза. М., 1949.
- Горшков Г. С. Извержение сопки Безымянной (предварительное сообщение). Бюлл. Вулк. ст., № 26, 1957.
- Горшков Г. С. Хронология извержений вулканов Курильской гряды. Тр. Лаб. вулк., № 8, 1954.
- Горшков Г. С. Каталог действующих вулканов Курильских островов. Бюлл. Вулк. ст., № 125, 1957.
- Горшков Г. С. Состояние вулканов Северной Камчатки в 1956 г. Бюлл. Вулк. ст., № 27, 1958.
- Горшков Г. С. Действующие вулканы Курильской островной дуги. Тр. Лаб. вулк., № 13, 1958.
- Дитмар К. Поездки и пребывание на Камчатке в 1851—1855 гг. СПб., 1901.
- Заварицкий А. Н. О вулканах Камчатки 1940 г. Камчатский сб., № 1. Изд-во АН СССР, 1940.
- Заварицкий А. Н. — Вулканическая зона Курильских островов. Вестн. АН СССР, № 1, 1946.
- Заварицкий А. Н., Пийп Б. И., Горшков Г. С. — Изучение вулканов Камчатки Тр. Лаб. вулк., № 8, 1954.
- Заварицкий А. Н. Вулканы Камчатки. Тр. Лабор. вулк., № 10, 1955.
- Кель Н. Г. Карта вулканов Камчатки. П. 1928.
- Крашенинников С. П. Описание земли Камчатки. СПб., 1755.
- Корсунская Г. В. Вулканы южной группы Курильских островов. Изв. В.Г.О., т. 80, вып. 4, 1948.
- Крохин Е. М. О некоторых вулканических образованиях в бассейне рек Малой Быстрой, Левой Тополовой и Большой Саранной. Бюлл. Вулк. ст., 22, 1954.
- Меняйлов А. А. Динамика и механизм извержений Ключевского вулкана 1937—1938 гг. Тр. Лаб. вулк. и Камчатской вулк. ст., № 4, 1947.
- Меняйлов А. А. Вулкан Шивелуч — его вулканическое строение, состав извержения. Тр. Лаб. вулк., № 9, 1955.
- Набоко С.И. Новый побочный кратер Ключевского вулкана, прорвавшийся 23 октября 1946 г. Бюлл. Вулк. ст., № 16, 1949.
- Новограбленов П. Г. Каталог вулканов Камчатки. Изв. Гос. геогр. об-ва, т. 64 вып. 1, 1932.
- Пийп Б. И. Материалы по геологии и петрографии рек Авачи, Рассошины, Гаванки и Налычевы на Камчатке. Тр. Камчатской комплексн. экспедиции 1933—1937 гг., вып. 2, 1941.

- Пийп Б. Рі. Активность вулкана Толбачик. Бюлл. Вулк. ст., № 12, 1946.
- Пийп Б. И. Состояние действующих вулканов Северной Камчатки. Бюлл. вулк. ст., № 21, 1954.
- Пийп Б. И. Состояние действующих вулканов Северной Камчатки в 1964 г. Бюлл. Вулк. ст., № 24, 1964.
- Пийп Б. И. Ключевская сопка и ее извержения в 1944—1945 гг. и в прошлом. Тр. Лаб. вулк., № 11, 1956.
- Пийп Б. И. Особенности извержений Ключевской сопки. Тр. Лаб. вулк., № 13, 1958.
- Святловский А. Е. История новейшего вулканизма и образование рельефа в районе вулкана Бакенин. Тр. Лаб. вулк., № 12, 1966.
- Сильницкий А. Камчатские вулканы и их деятельность. «Приамурские ведомости», № 779, 780, Хабаровск, 1905.
- Сирин А. Н. Состояние некоторых вулканов Камчатки в начале 1957 г. Бюлл. вулк. ст., № 27, 1958.
- Устинова Т. И. Вулкан Гамчен. Бюлл. Вулк. ст., № 21, 1954.
- Щербакова В. Два геологических пересечения полуострова Камчатки. Изд-во АН СССР. СОПС, Серия Камчатская, вып. 5, 1937.
- Milne J. A cruise among the volcanoes of the Kurile Islands. «Geol. Mag», new ser., v. 6, 8, 1879.
- Milne J. The volcanoes of Japan. «Trans, seismol. Soc. Japan», v. 9, pt. 2. Jokohama, 1886.
- Postels A. Bemerkungen iiber die Vulkane der Halbinsel Kamtschatka gesammelt auf einer Reise um die Welt in den Jahren 1826 bis 1829 auf der Brigg «Senjavin». Mem. pres. a l'Acad. d. Sci., de St-Petersb. par divers savants, II, 1835.
- Sapper K. Vulkankunde. Stuttgart, 1927.