

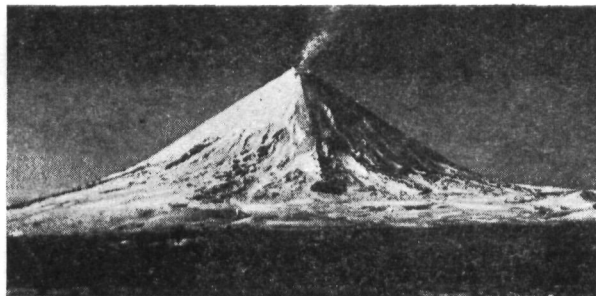
А К А Д Е М И Я   Н А У К   С С С Р  
КАМЧАТСКАЯ ВУЛКАНОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

---

*А. В. Равич*

**БЮЛЛЕТЕНЬ  
ВУЛКАНОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ  
НА КАМЧАТКЕ**

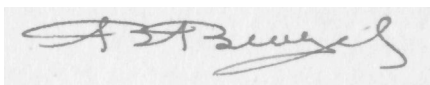
**№ 4**



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
МОСКВА • 1938 • ЛЕНИНГРАД

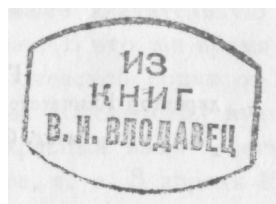
А К А Д Е М И Я   Н А У К   С С С Р  
КАМЧАТСКАЯ ВУЛКАНОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

---



**БЮЛЛЕТЕНЬ  
ВУЛКАНОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ  
НА КАМЧАТКЕ**

**№ 4**



Главный редактор издания,  
директор Камчатской Вулканологической станции Академии Наук  
акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг

Ответственный редактор В. И. Влодавев

Технический редактор К. А. Гранстрем. — Корректор Н. П. Лебедева

Сдано в набор 2 июля 1938 г. — Подписано к печати 28 ноября, 1938 г.

29 стр. (7 фиг.)

Формат бум. 72 X 110 см.— $1\frac{7}{8}$  печ. л.—2,04 уч.-авт. л.—52 992 тип. зн. в л. Тираж 750  
Леноблгорлит № 4735. —РИСО № 871. —АНИ № 444. —Заказ № 1107

Типография Издательства Академии Наук СССР. Ленинград, В. О., 9 линия, 12

А. А. МЕНЯЙЛОВ

## **ИЗВЕРЖЕНИЯ КЛЮЧЕВСКОГО ВУЛКАНА И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НЕКОТОРЫХ КАМЧАТСКИХ ВУЛКАНОВ в 1937 г.**

В 1937 г. произошел ряд извержений Ключевского вулкана.<sup>1</sup> Предвестником усиления вулканической активности было сильное тектоническое землетрясение 13—25 ноября 1936 г., охватившее значительную часть Камчатского полуострова и прилегающих стран. В это же время была подмечена тесная зависимость активности Ключевской сопки от этого землетрясения. После нескольких лет перерыва Ключевской вулкан на одно мгновение показал 4 ноября 1936 г. „красный язык" — огненно-красное освещение. И только через 5 месяцев, т. е. 3 апреля 1937 г., Ключевская вновь вступила в активную фазу.

Сначала это было только небольшое освещение над кратером, появлявшееся с наступлением темноты. С течением времени это освещение стало усиливаться.

12 апреля, в с. Ключи, в расстоянии 32 км от вулкана, стали слышны грохочущие раскаты со стороны закрытого облаками кратера. Впоследствии эти раскаты были слышны в облачные дни, обычно когда сопка закрыта, или же изредка непосредственно перед закрытием или после закрытия вершины сопки. Грохочущие раскаты были весьма мощными, напоминающими грозные раскаты, однако это не были электрические разряды, в чем мы могли убедиться при подъемах к кратеру действующего вулкана. Эти грохочущие раскаты всегда происходят при сильных выбросах и взрывах. Вблизи они всегда слышны. Распространяются далеко при благоприятных метеорологических условиях, каковыми являются большая облачность и, вероятно, попутный ветер; наиболее сильные раскаты происходили в том же году в весеннее время — в марте, апреле и мае. Они бывают слышны даже за 80 км.

Через месяц после начала „горения"<sup>2</sup> освещение стало проявляться иногда в виде двух столбов, что характеризовало действие одновременно двух жерл в кратере. Днем серые выбросы перемежаются с черными; высота выбросов над кратером, в среднем, около 200—300 м, но достигает и 1500 м.

<sup>1</sup> Наблюдения за извержениями и другими проявлениями деятельности Ключевского и некоторых других вулканов вели сотрудники Вулканологической станции Академии Наук А. А. Меняйлов, И. З. Иванов, С. И. Набоко и К. К. Турбабо.

<sup>2</sup> Местное камчатское выражение, означающее освещение над кратером.

Впервые 18 мая на северном склоне был замечен излившийся лавовый поток, короткий, порядка 200—300 м, и широкий, который долгое время парил. Новый выпадавший на него снег быстро протаивал. Впоследствии он был перекрыт позднейшим потоком. Излияние его произошло между 10 и 18 мая, когда сопка была закрыта облаками от глаз наблюдателей.

Первое извержение раскаленных бомб и лапилли было 6 июня. Днем наблюдались прерывчатые выделения газов и паров белого цвета, к вечеру они стали серого цвета, а в сумерки еще при дневном свете замечено было освещение над кратером. С наступлением темноты оно усилилось и ярко освещало пространство над кратером. Вскоре стали видны вылетающие бомбы, видимые даже простым глазом из Ключей и особенно хорошо в бинокль. Огненно-красные выбросы пульсировали через 4 или 10 сек. Высота их полета равнялась 200 м. С 21 ч. 36 м. часть бомб стала падать на западный склон и катиться до высоты 4000 м еще раскаленными. Они были видны в виде медленно катящейся красной ленточки. Ветер на высоте 4000—5000 м был восточный. С рассветом световые аффекты ослабели и утром совершенно прекратились.

Второе извержение, 9 июня, было значительно сильнее. 8 июня утром и вечером, вулкан почти совершенно бездействовал, а 9 июня, вечером, в 9 ч. 10 м., столб был уже в 1625 м высоты, пиниеобразной формы. Хорошо были видны западные и восточные краевые фумаролы. В 22 ч. 30 м. бомбы в большом количестве вылетали непрерывно на высоту 160 м, газовый столб был в 3250 м. В 23 ч. 40 м наметились два центра: восточный — слабый и центральный — сильный.

Бомбы стали выбрасываться в большом количестве на западный и в особенности на восточный склоны и вытягиваться в виде малых потоков. Скорость течения их была очень небольшая. Высота выбросов бомб достигала 400 м. Промежутки между взрывами были в 2-3 сек. Газовый столб максимально достигал 8000 м. 10 июня, в 1 ч. 35 м., сопка стала погрохотывать. С рассветом все приутихло, и в продолжение дня и на другой день (11 июня) она временами совершенно не действовала, а в моменты выделений были видны два источника выбросов (из двух жерл).

18 июня, в ночное время, наблюдалось непрерывное выбрасывание бомб из большого кратера.

Третье извержение с излиянием лавы было еще большей силы, нежели предыдущие. В промежутке между 18 и 24 июня сопка большую часть времени была закрыта облаками, а когда открывалась — было видно ее слабое парение. 21 июня часть дня она совершенно не действовала. Только боковые фумаролы работали попрежнему. 23 июня со стороны закрытой облаками сопки раздавались только грохочущие раскаты. 24 июня, в 18 ч. 15 м., сильный выброс прорвал покрывавшие вершину облака и достиг высоты в 1200 м. В 21 ч. 20 м. происходит с грохотом мощный выброс паров и газов с пеплом, имевших в общем черный цвет. Высота столба 2000 м. В 22 ч. 49 м. сильные выбросы бомб и потоки лавы переливаются через край кратера на восток и запад.

Газовое облако поднялось до высоты 8000 м, растянулось на север от вулкана на 85 км, шириной в 35 км. Из него в с. Ключи выпал пепел. Собранный пепел был взвешен, и по подсчетам на указанной площади его выпало не менее 35 т. Днем 25 июня излившаяся лава, остывая, парила, а сопка немного грохотала. 26 июня сопка почти не действовала. 29 июня, в 24 ч., и 1 августа, в 6 ч. и 6 ч. 15 м., ощущались слабые землетрясения, силою в 2—3 балла.



Фиг. 1. На краю кратера Ключевского вулкана 20 июля 1937 г.

*Фото П. Н. Дьяконова.*

В последующие дни по ночам сопка продолжала „гореть" (30 июня, 4, 5, 6, 15 и 16 июля и 18 августа), а когда была закрыта — грохотала (25 июня, 6, 8, 11, 12, 13, 14, 15 и 16 июля).

Я хотел бы остановиться более подробно на четвертом извержении, которое наблюдалось не только из Ключей, но и вблизи кратера, при организованном в это время восхождении.

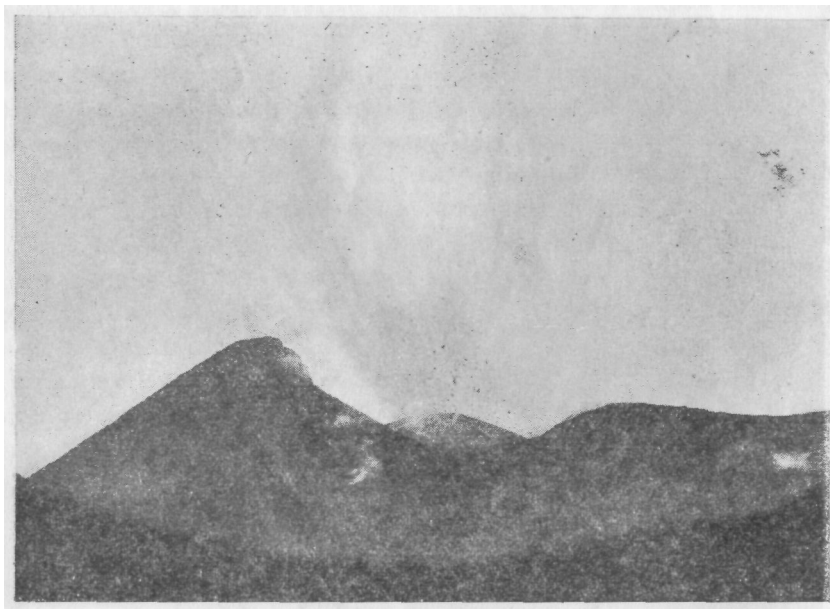
18 июля группа лиц,<sup>1</sup> начав движение от домика Вулканологической станции, поднялась по склону Ключевского вулкана на высоту 3600 м. На этой высоте остановились и поставили палатку. Ночью с 18-го на 19-е сопка была закрыта, шел снег с ветром. Вулкан грохотал почти непрерывно. На палатку сыпалось много вулканического песка и лапилли. Только к вечеру 19 июля вулкан утих. В 2 ч. ночи 20 июля на северо-восточный склон излился поток лавы, спустившись до 3500 м. Излияние лавы происходило бесшумно, наша палатка находилась на северном

<sup>1</sup> Восхождение было организовано Вулканологической станцией совместно со спортивным обществом „Темп"; кратера достигли А. А. Меняйлов, Г. И. Малахов, П. Н. Дьяконов и А. Волков.

склоне, и мы даже не проснулись при этом; только из Ключей наблюдали это излияние. При этом из восточной части кратера выделялись белые пары, а из центральной непрерывно выбрасывались раскаленные бомбы.

20 июля, в 4 ч., начали подъем. Приближаясь к кратеру, мы наблюдали выбросы газов и пепла, то черные, то белые с голубоватым оттенком.

Из стаи бомб, взлетающих над кратером, ни одна не упала на северный склон. На „воротнике" — верхней части конуса сопки — насыпан обломоч-



Фиг. 2 Кратер Ключевского вулкана. Выбросы газов и вулканических бомб из центрального жерла 20 июля 1937 г.

*Фото П. Н. Дьяконова.*

ный и сыпучий материал, состоящий из песка и лапилли темнозеленого цвета и черных шлаковых бомб. Под этим слоем был фирновый слой, толщиной в 2.5—4 см; еще глубже лежал опять же обломочный материал. Этот последний был набросан более ранними извержениями и вошел уже в постройку вулканического конуса, будучи закреплен фирновым слоем. Кстати нужно отметить, что на пересеченной нами площади, по нашим подсчетам, выпало пепла 19 июля около 4000 т.

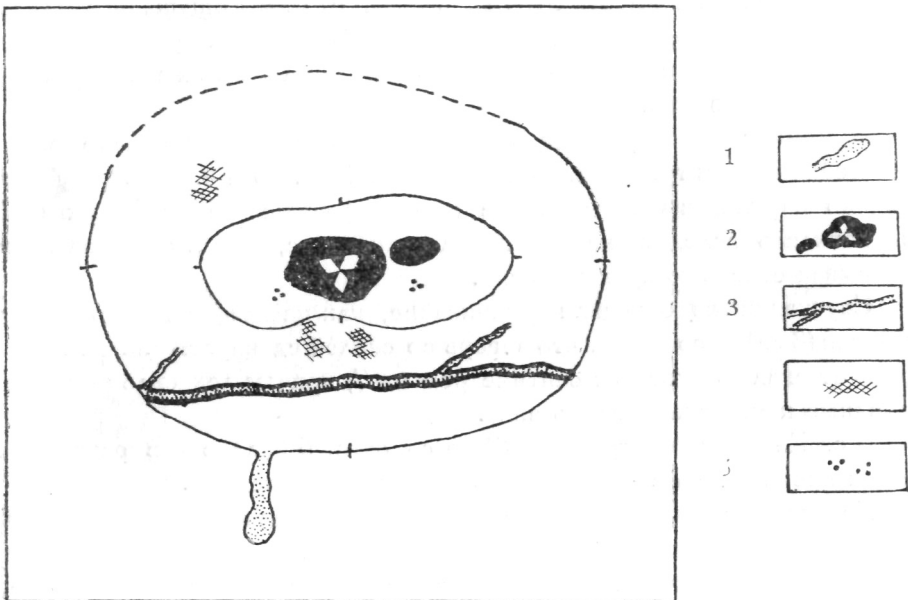
Поднявшись к краю кратера (фиг. 1), мы два часа провели за исследованием и наблюдением. Перед нами развернулась величественная картина действия вулкана: из центрального жерла почти непрерывно выбрасывалась с грохотом масса больших и мелких раскаленных бомб.

Крупные бомбы, объемом, определяемым на-глаз не менее чем в 1—2м<sup>3</sup>, имеют неправильную форму с рваными краями.

На фотографии (фиг. 2) виден внутренний конус, насыпанный за последние месяцы; самая высокая часть его (слева) уже тогда на много возвышалась над краем кратера. На теле этого конуса видны газовые выделения белого цвета из фумарол.

Около центрального кратера, несколько западнее его, имеется боковое отверстие, из которого периодически происходили выбросы черного цвета. На несколько секунд перед этим явлением центральное жерло задерживало выброс, где-то в глубине было слышно как бы засасывание, и в следующее мгновение из бокового отверстия выбрасывались клубы черного газа и пепла, а центральное жерло выпускало уже без грохота белые клубы без бомб.

На схематической зарисовке (фиг. 3) указаны два пятна возгонов, имеющие в натуре оранжевый цвет, весьма напоминающие таковые же



Фиг. 3. Схематический план кратера Ключевского вулкана.

1 — поток лавы, излившейся в апреле; 2 — центральный кратер; 3 — трещины; 4 — возгоны; 5 — фумаролы.

на паразитических кратерах, имеющих состав хлорного железа; кроме того, из небольшого пятна возгонов желтого цвета на лаве апрельского извержения мною был взят образец. По определению химика И. З. Иванова, в составе его были:  $\text{Cl}'$ ,  $\text{SO}_4''$ , Fe, Mg, Ca.

Почти у наших ног, всего лишь в 50—30 м, проходила трещина широтного направления, в разных частях непрерывно испускавшая газы белого цвета. В то время трещина была не зияющей, но по выделяющимся газам она ясно была видна. Под некоторым углом к ней подходили еще две трещины более короткие, тоже парящие.

Увидев трещину, я понял, почему изливалась обычно лава на западный и восточный склоны. Лава подымалась по этой трещине, и одна часть изливалась через край кратера на восточный склон, а другая часть — через трещину, рассекающую западный край кратера, на западный склон.



Осмотр потока лавы, излившейся в апреле, показал, что лава еще не остыла, во многих местах она теплая с поверхности, а из трещин с шумом вырываются пары и газы. Взятая проба газов, объемом в 116 см<sup>3</sup>, по определению И. З. Иванова, имеет следующий состав:

H <sub>2</sub> S	HCl	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
0.50	0.45	5.60	19.52	0.36	0.36	73.21

Лава имеет состав базальта. Фенокристаллы принадлежат плагиоклазу, авгиту, оливину и гиперстену. Основная масса полустекловатая и состоит из буроватого стекла и микролитов плагиоклаза.

При спуске, на высоте 3900 м, в 21 ч. 10 м. мы ощущали землетрясение, центром которого был, несомненно, Ключевской вулкан, ибо ощущалось оно только на склонах Ключевской, у паразитических кратеров, в сс. Ключи и Кресты.

В момент землетрясения, оглянувшись назад, можно было видеть из восточной части трещины, которая от 2 ч. 40 м. до 4 ч. 40 м. тому назад спокойно парила, выбросы клубов газа и фонтаны раскаленных бомб. Они катились вслед за нами и летели ниже нас, на-лету раскальваясь и описывая огненные кривые линии.

Спускавшиеся ощущали покачивание, как на качелях, а оставшийся у палатки (3600 м) сообщил, что лагерь со скалой сдвинулся вниз, а ледник справа от скалы опустился сантиметром на 7, причем лед сильно трещал. Громкие камни скатывались вниз.

В с. Ключи землетрясение было силою в 6 баллов и в разных его пунктах проявлялось с различными силой и направлением.

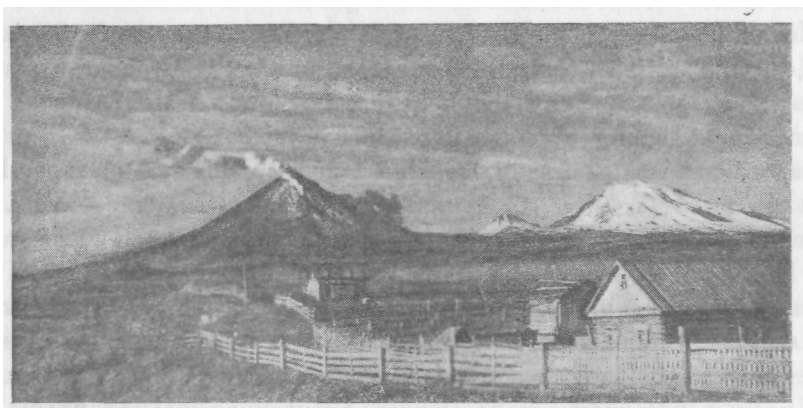
По пути в с. Ключи мы видели на поверхности насыпанные **лапиллы**, песок и пепел в указанной последовательности. На пересеченной нами площади, по подсчетам С. И. Набоко, выпало 19 июля 4000 т обломочного материала. Состав его: пузырчатое зеленое стекло, по показателю преломления отнесенное к базальтовому, обломки лавы по структуре и минералогическому составу соответствуют базальту (плагиоклаз, оливин, авгит и гиперстен в стекловатой массе).

У побочного кратера Туйлы мы наблюдали новое явление, а именно: в том месте, где р. Сухая уходила под лавовый поток 1932 г., она прорвала левый борт и потекла вдоль этого потока. У тропы через километр видно было опускание почвы на метр и более. Там тропа подходила к опустившейся части и была видна только по другую сторону трещины. По образовавшейся канавообразной трещине потоки прорвавшейся реки падали каскадами. Несколько выше оказался обвал борта оврага, по которому проходила тропа. Эти явления были замечены 17 июля, но их еще не было 6 июля, когда мы проходили эти места при движении на Ключевскую сопку.

На Ключевской, в домике, 10 июля было: в 13 ч. 48 м. три слабых толчка, в 13 ч. 40 м. и 13 ч. 51 м. — по одному такому же толчку, силою примерно в 3 балла, и в 14 ч. 40 м. — три толчка сильнее предыдущих. Вероятно, указанные трещины у паразита Туйлы и прорыв реки произошли

в связи с этим землетрясением. Кстати нужно отметить, что в Петропавловске было землетрясение 16 июля, в 6 ч. 30 м., но оно было местного значения. По моим предположениям, центром этого землетрясения являлось одно из ближайших к Петропавловску селений. В нашем районе оно не ощущалось, и связывать образование трещин близ Туйлы с ним менее оснований, нежели с землетрясением 10 июля.

26 июля, в 19 ч. 50 м., в то время как из центрального жерла выбрасывались темносерые выделения, по западному склону покатались мощные белые клубы, каких мы еще не наблюдали. Несомненно, это было излияние лавы с подтаиванием льда. Эти клубы потянулись по всему склону до высоты 3000 м и держались до 20 ч. 20 м. Вскоре же (22 ч. 30 м.)



Фиг. 4. Ключевской вулкан. Излияние лавы на западный (справа) и северный (спереди) склоны 3 августа 1937 г.

*Фото А.Н. Каргопольцева.*

сopка закрылась, и когда она открылась (31 июля), то обнаружилось следующее: на западном склоне открылась трещина, идущая от самой вершины до высоты примерно 3500 м, где образовался паразитический кратер. И теперь часто можно видеть у этой точки освещение ночью. Иногда же можно видеть действие не только паразитического кратера, но и всей трещины. Последнее выражается в сплошном огненно-красном освещении ночью или в виде выделения газов и паров по склону, длиною в 2000 м. Действия главного кратера и паразитического совпадают и редко протекают одновременно. Обычно главный кратер действует интенсивнее и чаще.

И. З. Иванов и П. Н. Дьяконов были на склоне вулкана в ночь с 23 на 24 августа. Сопка от наблюдателей в Ключах закрылась облаками, а они находились выше облаков и потому могли наблюдать, как с наступлением темноты, под непрерывный грохот, из главного кратера выбрасывались высокие столбы огненного цвета, с редкими бомбами. В 1 ч. 30 м, с последним громовым раскатом, на восточный склон излилась лава и тремя огненными языками растеклась по склону. Длина потока имела 300 м. Грохот прекратился, но при этом был выброшен огромный, осве-

щенный снизу, черный столб газов и пепла, который стал опускаться на северный склон. Летящим пеплом засыпало глаза, и смотреть на сопку было трудно. Пепел достиг с. Ключи, он лежал на почве и на листьях растительности. По мнению И. З. Иванова и П. Н. Дьяконова, пепла выпало больше, чем 20 июля, когда по нашим подсчетам его было выброшено около 4000 т.

В ночь с 27 на 28 августа было опять сильное извержение пепла. Закрытая тучами сопка непрерывно сильно грохотала. Тучи пепла двигались с вулкана в восточном направлении; палатки, стоящие в 35 км от вулкана, были осыпаны слоем пепла; трава и листья деревьев стали серыми от пепла. Извержение пепла сопровождалось слабыми колебаниями почвы.

Последнее извержение за истекший период произошло 2—3 сентября. До извержения, т. е. 1 и 2 сентября, кратер действовал слабо. 2-го с 18 ч. 30 м. резко наметился перелом в действии. Центральная часть кратера начала периодически выбрасывать черные клубы, с 18 ч. 50 м. уже стало видно выбрасывание огненных бомб из центра кратера. Бомбы летели до высоты 400 м. С 1 ч. 30 м. началось излияние лавы. Лава текла, главным образом, по восточному и западному склонам на расстоянии 400 м. В 4 ч. излился поток на северный склон и спустился до абсолютной высоты 3500 м. В 5 ч. 20 м. из главного кратера двигались в восточном направлении большие черные клубы газов. Эта полоса газов растянулась километров на 40. Из побочного кратера, на высоте 3500 м, также выделялись черные, насыщенные обломочным вулканическим материалом клубы газов. Вся трещина на западном склоне клубилась. В 9 ч. утра снова по старому пути, по северному склону, потекла лава. Новые порции лавы несколько раз еще текли по пути этого потока. С 13 ч. активность вулкана резко уменьшилась и пошла в сторону уменьшения действия. 4, 5 и 6 сентября вулкан или почти не действовал, или только слабо парил.

В отношении других вулканов нам известно следующее: Толбачик действует активно, но это выражается в газовых выбросах;<sup>1</sup> Шивелуч действует — десять фумарол и парящие утесы;<sup>2</sup> Жупановская сопка одной из двух воронок с грохотом и шипением выделяет горячие пары; фумаролы содержат сероводород, в возгонах присутствует сера.<sup>3</sup> На дно Авачинского вулкана<sup>4</sup> спускался альпинист Добрынин 30 июня и 18 июля; за промежуток в 18 дней дно кратера значительно изменилось. 30 июня оно было совершенно плоским, теперь же южная половина его провалилась на 30—40 м, углубив таким образом кратер до 230—240 м. Из этой южной

<sup>1</sup> Кратер Плоский Толбачик, для взятия проб газа, посетил 18 июля химик станции И. З. Иванов.

<sup>2</sup> На действующую кратерную вершину (2600 м) сделал подъем и вел наблюдения во время экспедиционных работ летом 1937 г. А. А. Меняйлов.

<sup>3</sup> Экскурсия 4 июля учителей Петропавловска Е. Стеблич, А. Павлова, Г. Жарова и П. Глазовой (см. статью „Замечательная экскурсия" в „Камчатской правде" от 23 июля).

<sup>4</sup> См. статью „На дне кратера" в „Камчатской правде" от 27 июля и статью „В кратере Авачи" в „Камчатском комсомольце" от 27 того же июля.

половины вырываются основные массы пара; провал охвачен кольцом фумарол, дымящихся сернистым газом; дно провала завалено камнями, и оттуда со свистом выделяются большие клубы паров. Температура даже между камнями невысокая. Северная часть кратера состоит из мягкого, рыхлого пепла. Отмеченный обвал, мне представляется, мог произойти в связи с землетрясением 16 июля, отмеченным в г. Петропавловске.

Таким образом усиление деятельности вулканов и, в частности, пяти-месячная интенсивная деятельность Ключевского вулкана, сопровождающаяся извержением лав, дают повод сделать некоторые предварительные выводы и суждения, хотя еще окончательная обработка имеющегося материала не сделана.

В продолжение пяти месяцев мы наблюдали прогрессивное повышение интенсивности извержения: весьма закономерным является временное понижение активности как до, так и после каждого извержения.

Весьма интересно проследить связь активности и чередование эксплозионных извержений со спокойным излиянием лавы, в зависимости от атмосферных условий. Некоторая зависимость уже подмечена, но до установления строгой закономерности мы еще далеки; для этого необходимы систематические высокогорные наблюдения. Их у нас нет или почти нет. Те периодические наблюдения, которые проводятся во время восхождений на Ключевскую сопку, совершенно недостаточны. Они лишь указывают, что нормальные условия обычно не параллельны высотным. Необходимые данные могли бы быть получены при употреблении специальных приборов—шары-зонды, автоматические метеоприборы и т. п.

Было подмечено, что если излияния лавы происходили как в пасмурные, так и в ясные дни, то извержения пепла и грохот происходили в пасмурные дни, т. е. при пониженном атмосферном давлении. Излияния чаще всего протекали совершенно спокойно, без всякого шума. Перед каждым извержением и в момент его газовые выделения поднимались на 1500—8000 м. Скорость выбросов в спокойный период была равна 2.5—5 м в 1 сек., в момент извержения она достигала 400 м в 6 сек. (3 сентября).

Лавы и пеплы извержений этого года относятся к базальтам.

Пока мы не имеем еще химических анализов излившихся лав и поэтому не можем дать более подробное их описание.

"Изменение состава в продолжение этого периода извержений подмечено в пеплах. Показатель преломления стекла неизменно повышался, и следовательно, основность стекла пеплов, начиная с апреля по сентябрь (пять выбросов), повышалась. Июльский пепел отличен от других тем, что интрателлурическая фаза кристаллизации почти отсутствует, т. е. это свидетельствует о подъеме новых порций магмы из более глубоких горизонтов земли в настоящий период. Необходимо также отметить высокое содержание магнетита в пепле 24 августа. В отношении состава пеплов можно отметить, что он делается с каждым извержением все более однородным.

Может быть читателю бросится в глаза то, что извержения приурочиваются к ночному времени. Здесь, пожалуй, необходимо внести кор-

ректив, а именно: активность проявляется и днем и вечером, только на темном фоне ночи это видно особенно эффектно. Так, при подъеме к кратеру Ключевского вулкана выяснилось, что кратер не прекращал выбросов бомб в продолжение всего дня, а из Ключей это было видно только по вечерам. Однако в некоторых случаях действительно интенсивность ночью возрастала, а днем понижалась.

Нам не удалось видеть формы жерла внутреннего кратера, вследствие невозможности подойти к нему вплотную, но о форме его судить можно по выбросам колец, диаметром около 80 м (10 и 26 июля и 8 августа). Вероятно, жерло в настоящее время имеет цилиндрическую форму». в то время как, по наблюдению В. С. Кулакова, в 1935 г. оно имело форму трещины во всю длину бокка (его размер был 75 X 100 м). Излияние же лавы происходило в основном через трещину широтного направления. Трещина на западном склоне (а также и паразитический кратер) является, вероятно, продолжением наблюдаемой 20 июля трещины в кратере. Открытие последней приурочено, несомненно, к землетрясению 20 июля, а провалы и прорыв речки у побочного вулкана Туйлы—к землетрясению 10 июля. Следовательно, как в ноябре 1936 г., так и в период написания настоящей статьи (сентябрь 1937 г.) вулканическая активность стояла в связи с тектоническими процессами. Однако эта связь и проявление различны. В ноябре 1936 г. волна землетрясений захватила обширные области (Камчатка, Япония, побережье Охотского моря и др.), пробудив, в частности, Ключевской вулкан; в сентябре 1937 г. наблюдались лишь локальные землетрясения (у Ключевской, у Авачи, Аляска). Активность повысилась, по имевшимся данным, у вулканов Ключевского, Толбачика, Авачи и побочных вулканов Ключевской.<sup>1</sup>

Эти обстоятельства, с одной стороны, указывают на повышение активности вулканов во всей области, а с другой — на разновременность проявления вулканизма (в частности — вулканических землетрясений) и оттеняют то положение, что на общем фоне активности всей вулканической области существует самостоятельность в действии отдельных вулканических аппаратов.

23 сентября 1937 г.,  
с. Ключи.

---

<sup>1</sup> По наблюдениям И. З. Иванова, интенсивность действия фумарол в 1937 г. повысилась. Содержание  $\text{HCl}$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{H}$  возросло в мае, июне и июле. В некоторых фумаролах повысилась температура.

И. З. ИВАНОВ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ПОБОЧНЫХ ВУЛКАНОВ КЛЮЧЕВСКОЙ СОПКИ И ШИВЕЛУЧА

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ОТЧЕТ

Проводимые мною в течение двух лет наблюдения над деятельностью фумарол побочных вулканов Ключевской сопки (см. Бюллетень Вулкано-логической станции на Камчатке, № 1, 1937, и № 3, 1938) показывают, что интенсивность фумарол в последнее время значительно усилилась. Наблюдается в некоторых случаях увеличение содержания водяных паров и отдельных газовых компонентов в выделениях фумарол, а также повышение температуры фумарол. Указанное явление необходимо считать следствием возрастания деятельности самого Ключевского вулкана, из основного кратера которого происходят частые извержения (начиная с апреля 1937 г.), сопровождающиеся излиянием лавы, выбрасыванием бомб, пепла и больших количеств паров и газов.

При тщательном рассмотрении приводимой ниже сводки анализов газов можно подметить некоторую зависимость интенсивности выделения паров воды и других компонентов газовой смеси от времени года: повышенное выделение зоды происходит в большинстве случаев в марте, а, например, хлористого водорода — в мае.

Как видно из табл. 1, максимальное содержание воды в 18-й фумароле падает на март, а содержание хлористого водорода, окиси углерода и водорода, соответственно — на июль, май, и июнь. То же примерно наблюдается и для других фумарол. Интенсивность их действия в 1937 г. возросла.

Если обратиться к газам, выделяющимся из кратеров Ключевской и Толбачинской сопки и из фумарол вулкана Шивелуч (см. табл. 2, 3 и 4), то мы видим, что состав газообразных продуктов перечисленных вулканов отличается от состава газов, выделяющихся из фумарол побочных вулканов, как в качественном, так и в количественном отношениях. Так, газ, взятый из фумаролы в лаве Ключевской сопки и из фумаролы вулкана Шивелуч, характеризуется значительным содержанием угольной кислоты и сероводорода, а газ, взятый из кратера сопки Плоский Толбачик на ряду с угольным ангидридом, содержит сернистый газ. Кроме того, в фумаролах вулкана Шивелуч выделяется большое количество водяных паров — около 85%.

Таблица 1

## СВОДКА АНАЛИЗОВ ГАЗОВ ФУМАРОЛ ПОБОЧНЫХ ВУЛКАНОВ

	Время взятия проб, г.	Температура фумарола в °С	Содержание отдельных компонентов в газовой смеси, в %							Примечание
			H <sub>2</sub> O	HCl	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> и др.	
Кратер Туйла, Фумарола № 51	1937 г.									
	21 IV	420	35.7	—	—	20.87	1.01	—	78.12	H <sub>2</sub> O на этой таблице и во всех остальных в миллиграмм. на 1 л газа
	22 V	400	9.2	0.149	—	19.23	2.71	0.38	77.53	
	12 VI	420	19.2	0.101	—	19.72	0.81	0.53	78.84	Возгоны: NaCl FeCl <sub>3</sub>
28 VII	400	66.0	0.039	—	19.93	0.27	—	79.76		
Кратер Туйла, Фумарола № 5	1935 г.									
	5 XI	325	7.63	0.0359	—	20.23	0.41	0.27	79.05	Возгоны: NH <sub>4</sub> Cl, FeCl <sub>3</sub> F <sub>2</sub> , SO <sub>4</sub>
	25 XII	325	12.9	0.24	—	20.15	—	0.07	79.54	
	1937 г.									
	28 I	360	8.8	—	—	20.54	0.41	0.49	78.56	
	18 II	400	80.3	0.0079	—	20.42	0.39	0.014	79.27	
	28 III	400	48.9	0.0056	—	19.13	1.50	0.42	78.89	
	21 IV	430	—	—	—	18.68	1.50	—	79.89	
	22 V	460	12.4	0.258	—	19.26	0.059	0.59	79.83	
12 VI	410	16.7	0.146	—	20.57	0.28	—	79.00		
28 VII	450	13.2	0.105	—	20.48	0.25	0.12	79.04		
Кратер Туйла, Фумарола № 11	1936 г.									
	5 XI	300	4.11	—	—	19.89	0.24	0.12	79.75	В возгонах найдены: NH <sub>4</sub> Cl, FeCl <sub>3</sub> , NaCl, CuCl <sub>2</sub>
	24 XII	280	8.5	0.0037	—	20.01	0.17	0.16	79.63	
	1937 г.									
	23 I	250	3.1	—	—	20.49	0.44	0.65	78.42	
	18 II	220	3.8	0.0178	—	20.80	0.46	0.24	78.48	
	28 III	185	6.3	—	—	21.12	0.69	—	78.18	
	21 IV	210	11.2	0.014	—	20.73	—	—	79.26	
	24 V	195	7.0	—	—	20.28	0.25	1.17	78.30	
	12 VI	200	8.0	0.024	—	20.16	1.09	0.80	77.93	
28 VII	200	10.0	0.017	—	20.34	0.57	0.17	78.90		

<sup>1</sup> Для указанной фумаролы № 5 определен дебит газа, который выражается числом 36.5 см<sup>3</sup> газа и проходит через трубку, диаметром в 0.8 см в одну минуту при нормальных условиях.

(Продолжение)

	Время взятия пробы	Температура фумарола в °С	Содержание отдельных компонентов в газовой смеси, в %							Примечание
			H <sub>2</sub> O	HCl	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> и др.	
Кратер Туйла. Фумарола № 16	1936 г.									
	5 XI	325	3.46	0.0337	—	12.32	1.9	0.29	85.45	
Кратер Туйла. Фумарола № 17	5 XI	400	3.06	0.073	—	21.16	0.15	0.11	78.51	В возгонах найдены: FeCl <sub>3</sub> , MgCl <sub>2</sub> , MgCO <sub>3</sub>
	24 XII	380	4.4	0.13	—	20.01	—	—	79.26	
	1937 г.									
	23 I	380	3.9	—	—	18.55	0.38	0.25	80.81	
	18 II	400	4.3	0.019	—	21.52	0.23	—	78.23	
	28 III	350	44.5	—	—	18.46	0.369	0.246	80.92	
	22 IV	360	7.4	0.02	—	21.01	0.32	0.18	78.57	
	24 V	340	52.7	0.433	—	19.24	0.79	0.69	78.85	
	12 VI	340	18.2	0.069	—	20.00	—	0.99	78.94	
28 VII	325	13.3	0.19	—	20.11	—	—	79.70		
Кратер Туйла. Фумарола № 18	1936 г.									В возгонах найдены: FeCl <sub>3</sub> , F <sub>2</sub>
	5 XI	440	7.14	—	—	19.28	0.42	0.34	79.96	
	24 XII	420	7.5	0.031	—	20.57	0.57	0.038	78.79	
	1937 г.									
	21 I	420	2.3	—	—	17.62	2.97	0.36	79.05	
	19 II	420	12.9	—	—	20.05	0.67	0.28	79.00	
	28 III	410	106.8	0.011	—	21.31	—	0.78	77.89	
	22 IV	350	7.2	0.008	—	20.74	—	0.63	78.62	
	24 V	440	24.5	0.101	—	21.12	4.77	0.46	73.55	
12 VI	440	13.6	0.085	—	21.80	0.28	1.64	76.19		
28 VII	430	15.8	0.125	—	21.44	0.34	1.03	77.06		
Кратер Туйла. Фумарола № 19	1936 г.									В возгонах найдены: CuCl <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> Cl, NaCl
	5 XI	500	4.54	0.0798	—	25.55	0.27	0.53	73.57	
	24 XII	475	9.4	—	—	23.12	0.38	0.45	76.05	
	24 I	460	6.4	—	—	21.07	0.215	1.05	78.71	
	19 II	460	4.2	0.037	—	20.36	0.67	0.94	77.99	
	28 III	420	7.4	—	—	20.23	0.54	—	79.23	
	21 IV	450	1.8	0.0043	—	20.45	0.61	0.37	78.57	
	24 V	435	—	—	—	20.84	1.27	0.35	78.54	
	12 VI	440	7.3	0.024	—	21.19	5.46	—	73.33	
28 VII	400	13.6	0.366	—	21.73	—	—	77.90		

ИЗ  
КНИГ  
В. И. ВЛОДАВЕЦ



(Продолжение)

	Время взятия пробы	Температура fumarола в °С	Содержание отдельных компонентов в газовой смеси, в %						Примечание	
			H <sub>2</sub> O	HCl	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>		N <sub>2</sub> и др.
Кратер Киргурич. Фумарола № 1	1936 г.									В возгонах найдены: Na <sub>2</sub> , SiF <sub>6</sub>
	23 XII	250	11.7	—	—	20.03	0.06	0.50	79.41	
	1937 г.									
	22 I	170	19.8	—	—	20.66	0.68	0.36	79.72	
	17 II	160	15.2	0.022	—	21.21	—	0.31	78.46	
	20 IV	150	19.0	0.014	—	21.35	—	0.54	78.10	
	21 V	140	21.2	0.018	—	21.30	0.23	0.54	77.91	
	11 VI	145	18.2	0.012	—	21.4	0.17	0.59	77.83	
Кратер Киргурич. Фумарола № 2	1936 г.									В возгонах найдены: NaCl, CuCl <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	23 XII	250	0.2 мг	—	—	21.03	—	0.74	78.23	
	1937 г.									
	22 I	165	19.85	—	—	20.17	0.026	0.078	79.72	
	17 II	210	4.4	0.024	—	20.82	—	—	79.16	
	20 IV	250	9.4	0.01	—	21.10	—	—	78.89	
	21 V	255	26.1	0.045	—	19.86	0.47	0.11	79.54	
	11 VI	255	31.4	0.030	—	20.02	0.45	0.20	79.30	

При подъеме 20 июля 1937 г. к кратеру Ключевской сопки группы лиц из 4 человек совместно с геологом А. А. Меняйловым, последним была взята проба газа из fumarола во вновь излившейся лаве и собраны возгоны. Анализ газа и возгонов приводится в табл. 2.

Таблица 2

Время взятия пробы	Температура fumarола	Содержание отдельных компонентов в газовой смеси, в %							Примечание
		H <sub>2</sub> S	HCl	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	N, и др.	
20 VII 1937	—	0.50	0.45	5.60	19.52	0.36	0.36	73.21	В возгонах Cl <sub>2</sub> , SO <sub>4</sub> , Fe <sub>3</sub> , Mg, Ca

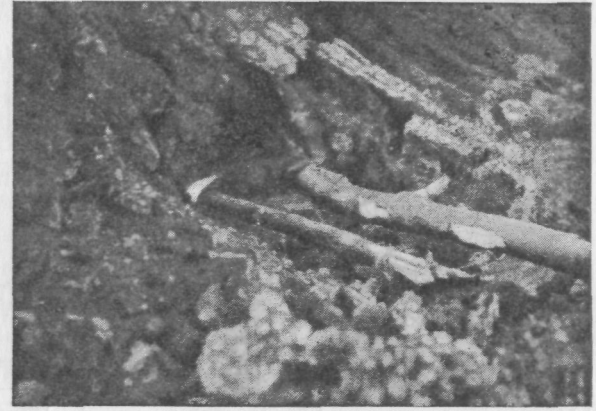
Как видно из табл. 2, в газах Ключевской сопки, на ряду с другими компонентами, содержатся углекислота и сероводород, которые отсутствуют в газовых выделениях побочных вулканов.

18 июля 1937 г. мною, совместно с проводником И. И. Бобровым, был посещен кратер вулкана Толбачик. Кратер представляет собой почти

правильную округлость и углубляется террасообразно, причем на некоторой глубине имеется провал с отвесными ледяными стенками, на дне которого находятся 2 или 3 жерла, выделяющие пары и газы. Для взятия пробы в провал, в месте выхода газов, опускалась воронка, соединенная с ампулами посредством каучуковой трубки, длиной в 50 м, и затем газ просасывался достаточное время через ампулы. Анализ газа приведен в табл. 3.

Из приведенных в табл. 3 данных анализа обращает на себя внимание содержание в газовой смеси сернистого газа, который не был найден в выделениях других изучаемых нами вулканах.

15 августа 1937 г. был совершен подъем на вулкан Шивелуч, совместно с геологом А. А. Меньяйловым и рабочими Бубенцовым и Кабановым. Мною были обследованы 4 фумаролы, расположенные на высотах 2300—2500 м, и взяты возгоны и газы. Ближайшая фумарола на высоте 2300 м, помеченная мною № 1, представляет собой углубление (в 2.5 м длины, 2 м высоты и 5 м глубины), переходящее в узкую щель, из которой с шумом вырывается горячий водяной пар, временами обжигающий на расстоянии 3—5 м. Вблизи чувствуется сильный запах сероводорода. При взятии пробы газа, скопилось в ампуле около 30 см<sup>3</sup> воды и около 0.25 г мелко раздробленной серы. Фумарола № 3»



Фиг. 1. Лавовый поток, излившийся в 1932 г. из кратера Туйла. Палки, вставленные в 1937 г. в трещину, загораются. На фотографии виден язычок пламени. Температура в трещине 500° С.

Фото И. З. Иванова.

из которой также была взята проба газа, находится на высоте 2450 м; она действует довольно спокойно и также выделяет в большом количестве водяной пар и сероводород. Около нее собраны возгоны: белые пленки, зеленые и желтые инкрустации и сера (возгоны еще не исследовались). Состав газов представлен в табл. 4.

Как видно из данных табл. 4, в фумаролах вулкана Шивелуч содержится большое количество углекислоты и, как ранее отмечалось, водяных

Таблица 3

Время взятия пробы	Температура в кратере, в °С	Содержание отдельных компонентов в газовой смеси, в %						
		H <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> и др.
18 VII 1937	60—70	52.7	3.43	0.56	20.54	0.48	0.15	74.84

Таблица 4

Время взятия пробы	Температура фумаролы, в °С	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	Нейтраль- ные газы (воздух)	Примечание
		в процентах				
Фумарола № 1						
15 IX 1937	100	85	14.28	69.95	15.77	В возгонах — сера
Фумарола № 3						
15 IX 1937	90	75	2.92	80.42	16.56	В воде найдены H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , следы

паров, что указывает на различие в составе по сравнению с фумаролами побочных вулканов Ключевской сопки.

Таблица 5

Наблюдения над изменением температуры фумарол кратера Туйла в течение суток даны в табл. 5.

## Температура воздуха 5°, Н = 703 мм

№ фумарол	Время	Температура в °С	Время	Температура в °С	Время	Температура
18 V						
5	6—45	400	13—10	409	20—00	400
6	6—50	455	13—52	450	20—18	460
11	7—06	205	14—22	200	20—30	200
17	7—36	360	15—10	360	20—53	360
18	7—54	440	15—42	450	21—05	435
19	8—05	440	16—20	445	21—15	425
23 V			24 V			
5	21—40	400	8—00	400		
6	21—15	460	9—30	450		
11	20—50	200	9—50	195		
17	20—30	360	9—10	350	13—00	340
18	20—00	450	8—15	440	13—15	440
19	19—37	435	8—30	425	14—20	435

Наблюдения, произведенные над изменением температуры фумарол кратера Туйла в течение суток, показывают, что в некоторых случаях, в зависимости от времени, температура в фумароле то повышается, то убывает, но резкой зависимости не наблюдается.

С. А. БОРОВИК и В. И. ВЛОДАВЕЦ

**О ВОЗГОНАХ ТУЙЛЫ И БИОКОСЯ СБОРА 1936 г.**

Возгоны Туйлы и Биокося, собранные в 1936 г. сотрудниками Вулкано-логической станции Академии Наук СССР, были взяты, главным образом, у отверстий фумарол, расположенных с разных сторон кратера Туйлыкратера Биокося или поблизости от них.

Температуры этих фумарол в 1936 г. у выхода их на земную поверхность были различные и колебались в пределах 205—500° С.

Среди газов, выделяющихся из них, были обнаружены И. З. Ивановым следующие соединения:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{O}$ ,  $\text{H}$ ,  $\text{N}$ ,  $\text{NH}_3$ , и  $\text{H}_2\text{O}$ .

Спектральный анализ возгонов дал следующие результаты (см. таблицу, стр. 21).

При чтении этой таблицы необходимо иметь в виду, что обозначения при помощи букв и знаков +, или —, или = показывают степень содержания данного элемента в возгоне: Сн + (очень много, проценты и десятки процентов), Сн (много, несколько процентов), Сн — (проценты), Ср (десятые процента), Сл (сотые и тысячные процента).

В свою очередь, +, — и = при Ср и Сл обозначают все убывающее содержание данного элемента.

Эти обозначения пригодны для Si, Al, Fe, Mg, Ca и Na. Для остальных элементов они указывают нижеследующие порядки их содержания:

- Для Ga: Ср  $5 \cdot 10^{-3}$  %; Сл  $10^{-3}$  %; Сл -  $10^{-4}$  %.
- „ Cr: Сн + несколько процентов; Ср 0.1%; Сл = 0.01%.
- „ Ni: Ср 0.010%; Сл =  $10^{-4}$  %.
- „ Рb: Ср 0.01%; Сл =  $10^{-4}$  %.
- „ Zr: Сл  $5 \cdot 10^{-3}$  %; Сл =  $10^{-3}$  %.
- „ Ti: Сн + несколько процентов; Сл =  $5 \cdot 10^{-4}$  %.
- „ V: Ср 0,1%; Сл = 10 %..
- „ Mn: Сн 0.1%.
- „ Cu : Сн + около 1%; Сл =  $10^{-5}$  %.
- „ Sn: Сл — меньше  $10^{-3}$  %.

Данные спектрального анализа были получены дуговым способом. Исследуемый образец помещался в углубление спектрально чистого угольного электрода. Снимки спектрограммы получались на кварцевом спектрографе (средняя модель Гильгера). Сила тока — 8 А при 110 V напряжения в сети. Использовался участок длин волн от 2500 до 3500 А.

Снимки делались три раза для каждой пробы, что давало гарантию, что вещества с различной испаряемостью будут поставлены в наиболее благоприятные условия.

Качественный химический анализ возгонов дал содержание, главным образом, Cl, затем F, SO<sub>3</sub> и NH<sub>3</sub>.

Пользуясь всеми этими данными и базируясь на определении светопреломления минералов, слагающих эти возгоны, удалось часть из них определить. Другую же часть не удалось расшифровать из-за отсутствия достаточного количества материала (чтобы можно было разделить на отдельные минералы и затем, путем количественного анализа, определить их состав) и отчасти из-за отсутствия в нашем распоряжении соответствующих литературных указаний.

Из минералов в исследованных возгонах Туйлы чаще всего встречаются нашатырь (образцы №№ 11, 16, 17 и 18) и гипс (образцы №№ 6, 12, 14 и 15).

Кроме того, в них были обнаружены еще следующие минералы, название которых, по вышеупомянутым причинам, пока еще нельзя установить. Показатели преломления определялись иммерзионным методом.

*Образец № 1:* 1) изотропный минерал с  $N = 1.6087 \pm 0.0024$  и 2) минерал с хорошо развитой спайностью, с  $N_g = 1.4893$  и  $N_{p_1} = 1.4826$ . Оба минерала растворяются в воде.

Последний минерал по показателям преломления близок к галотрихиту—серноокислому водному железо-алюминиевому минералу. Но в образце № 1 нет SO<sub>3</sub>.

*Образец № 2:* изотропный желтоватый минерал с  $N = 1.3765 \pm$

$0.0055$ . *Образец № 3:* 1) минерал аналогичный предыдущему и 2) тонко-

агрегатный минерал лимонножелтого цвета с  $N = 1.4452$ .

*Образец № 4* состоит, основываясь на показателе преломления, из минерала, близкого минералу образца № 2.

*Образец № 5* состоит из зеленого тонкоагрегатного минерала с  $N > 1.780$ . В состав этого минерала входит хлорное соединение меди.

*Образец № 7:* гипс с  $N_g = 1.5319$  и  $N_{p_1} = 1.5169$ .

*Образец № 11:* нашатырь с  $N = 1.640$ .

*Образец № 12:* гипс.

*Образец № 13:* минерал, по показателю преломления очень близкий к минералам образцов № 2 и № 4.

*Образец № 14:* 1) гипс и 2) изотропный или слабо двупреломляющий минерал с  $N = 1.5185 \pm 0.0012$ .

*Образец 15:* 1) гипс и 2) незначительное количество изотропного материала с  $N$  несколько меньшим 1.5175.

*Образец № 16:* нашатырь.

*Образец № 17:* нашатырь.

*Образец № 18:* 1) нашатырь и 2) двупреломляющий минерал с  $N_{p_1} = 1.4834$ , близкий ко второму минералу образца № 1.

В образце № 18, так же как и в № 1, SO<sub>3</sub> не обнаружено.

Обнаруженные элементы	Возгоны Туйлы														Возгоны Биокоса	
	Северо-западная часть лавового потока	Западная часть лавового потока	К юго-востоку от кратера	Против восточного пика	Второй кратер	В лавовом потоке	По гряде	Северо-западная часть лавы против кратера	Западная часть лавового потока	Второй кратер	Лавовый поток к востоку	К югу от кратера	К югу от кратера	К югу от кратера	Вершина кратера	Северо-западная часть лавового потока
	№№ образцов															
	4	2	3	4	5	7	11	12	13	14	15	16	17	18	8	9
Si . . . . .	Сн—	Сн—	Сн+	Сн+	Сн+	Сн—	Сн	Сн+	Сн	Сн+	Сн—	Сн	Сн—	Сн+	Сн	
Ti . . . . .	—	Сн	Сн+	Сн	Сн+	—	Сл=	Сл=	Сн	Сн+	Сн	Сн—	Сл	Ср	Сн	Ср+
Zr . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	?	—	Сл	Сл=	—	Сл=	—	Сл=
V . . . . .	—	Сл=	Ср	Сл+	Сн—	Сл=	—	Ср—	Сл	Ср	Сл	Сл—	Сл=	—	Ср	Сл
Al . . . . .	Сн	Сн+	Сн	Сн+	Сн+	Сн—	Ср+	Сн	Сн+	Сл	Сн—	Ср	Сн	Сн—	Сн+	Сн
Cr . . . . .	Сл=	Сл=	Сн+	Ср	Ср	—	—	Сл=	Сл	Ср—	—	—	—	Ср—	Сл=	
Ga . . . . .	—	—	Сл=	Сл	Ср	—	—	Сл=	—	Сл	—	—	—	Сл	—	
Fe . . . . .	Сн—	Сн—	Сн+	Сн	Сн+	Ср+	Ср—	Сн—	Сн—	Сн+	Ср+	Сл+	Ср+	Сн—	Сн+	Ср+
Mn . . . . .	Ср+	Сл=	Сн—	Сн	Сн	Сл—	Сл=	Сн—	Ср+	Сн	Ср	Сл=	Сл+	Сл+	Сн	Сн—
Ni . . . . .	Сл—	—	Сл	Сл=	Ср—	Сл=	—	Сл=	Сл=	Сл	—	—	—	Ср—	—	
Cu . . . . .	Сл=	—	Сл=	Сл=	Сн+	Сл=	Сл=	Сл=	—	Сл=	—	—	Сл=	Сл=	Сл=	Сл=
Pb . . . . .	—	—	—	—	Ср	—	—	—	—	—	—	—	—	Сл=	Ср—	
Sn . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	Сл=	—	—	—	—	—	—	
Mg . . . . .	Сн+	Сн+	Сн+	Сн+	Сн+	Сн—	Ср	Сн+	Сн+	Сн+	Ср	Сл	Сн	Сн	Сн+	Сн+
Ca . . . . .	Сн+	Сн+	Сн+	Сн+	Сн+	Сн+	Ср+	Сн+	Сн+	Сн+	Сн+	Сн	Сн+	Сн	Сн+	Сн+
Na . . . . .	Сл	Сн+	Сл	Ср+	Сн+	Сл	—	Сл+	Сн+	Ср+	Сл—	Сл+	Сл=	Сл	Сн+	Сн+

ИЗ  
КНИЖ.  
В.Н. ДВОРАЖ.

В возгонах Биокося обнаружены: в образце № 8 — изотропный или слабо двупреломляющий минерал с  $N = 1.4750 \pm 0.0030$ ; в образце № 9: 1) каменная соль с  $N = 1.5454 \pm 0.0017$  и 2) бесцветный минерал с  $N_{g_1} = 1.4893$  и  $N_{p_1} = 1.4742$ .  $SO_2$ , в этом образце не обнаружено.

В возгонах Туйлы и Биокося сбора 1936 г. из сернокислых минералов наблюдается только гипс. Главная масса, судя по качественному анализу, приходится на хлористые и частично фтористые соединения.

Наличие в возгонах таких мало распространенных элементов, как Ga, Cr, Ni, Cu, Sn и Pb является наглядным примером, иллюстрирующим большую роль в миграции элементов газового переноса из магмы этих и других элементов.



Г. П. ГОРШКОВ и В. В. ПОПОВ

**КРАТКИЙ ОЧЕРК СЕЙСМИЧНОСТИ КАМЧАТСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

Среди других ярко выраженных сейсмических районов СССР, какими являются Кавказ и Закавказье и сейсмические районы Средней Азии, Камчатка занимает особое место благодаря тому, что она расположена в зоне вулканического кольца, опоясывающего побережье Тихого океана. „Если сравнить карту, на которой отмечены частота и сила землетрясений, с картой вулканов, то сейчас же бросается в глаза совпадение зон скопления обоих явлений. Зоны последних, прежде всего, окаймляют Тихий океан, затем тянутся по южной окраине Европы до Атлантического океана и, наконец, полосой отходят к югу от Красного моря. В остальной части земли оба вида явлений встречаются реже“ (Б. Гутенберг. Основы сейсмологии, изд. на русск. яз., 1935 г.).

Таким образом Камчатка „входит в состав той огромной сейсмической области, которая, с точки зрения постоянства и плотности распределения эпицентров, а также частоты и силы землетрясений, представляет большой интерес“ (Монтессю-де-Баллор).

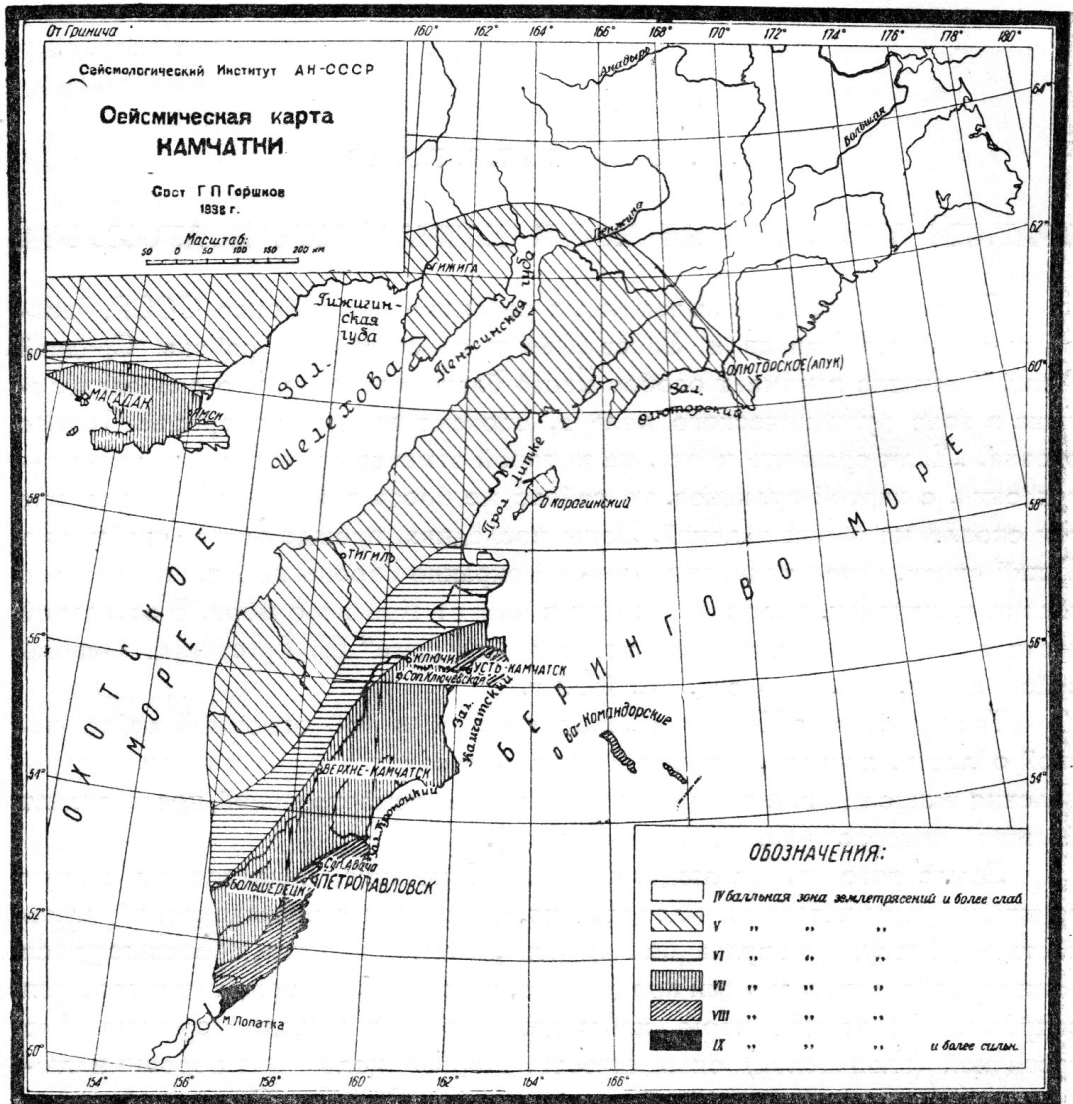
Землетрясения, наблюдавшиеся на Камчатке, принадлежат к двум группам: вулканические землетрясения, связанные с вулканической активностью действующих вулканов Камчатки, и тектонические, объясняющиеся теми горообразовательными процессами, которые сопровождаются слабыми содроганиями земной коры, наблюдающимися в молодой сравнительно третичной (альпийской) складчатости. Первое положение хорошо иллюстрируется двумя картами, опубликованными в „Большом Советском атласе Мира“. При сравнении карт №№ 24 и 25 бросается в глаза совпадение на Камчатке зоны действующих вулканов с положением эпицентров наиболее сильных землетрясений, что, однако, становится еще яснее, когда мы рассмотрим расположение зон различной сейсмической активности на полуострове на карте № 93 (Сейсмическая карта СССР). Зоны от V до VIII баллов располагаются параллельно юго-восточному побережью Камчатки, причем зона VII—VIII баллов лежит по самому побережью и включает всю группу действующих вулканов. Зоны с уменьшающейся сейсмической активностью располагаются к северо-западу от этой прибрежной зоны (фиг. 1).

Наличие тектонических явлений подчеркнуто совпадением на „Тектонической карте СССР“ (см. карту № 90 Большого Советского атласа Мира)



зоны третичной складчатости с зонами сейсмически активными по берегам Берингова и Охотского морей.

Эти предварительные замечания следует дополнить еще и тем соображением, что телесеismicкие станции регистрируют большое



Фиг. 1. Сейсмическая карта Камчатки.

количество землетрясений, эпицентры которых ложатся вдоль побережья Камчатки, в то время как местные землетрясения вулканического характера ими не отмечаются (см. схему на фиг. 2).

Организация региональных станций на самом полуострове значительно дополнила бы картину частоты землетрясений в этом характерном сейсмическом районе и выяснила бы природу отдельных землетрясений, которые будут наблюдаться на Камчатке. В настоящее время основным материалом для изучения сейсмичности Камчатки являются сейсмостатистические данные, к разбору которых мы и переходим.

В виду слабой населенности полуострова, особенно в прошлом, сведения о землетрясениях чрезвычайно неравномерны, неравноценны и для

большинства территории отсутствуют вовсе. Но тем показательнее, что из пунктов населенных имеется сравнительно большое количество сведений. Так, например, для Петропавловска на Камчатке известны почти 150 землетрясений за период с 1790 г. Большинство исследователей Камчатки не могло пройти мимо ее высокой сейсмической активности, и описания путешествий всегда содержат более или менее полные указания на ощущавшиеся исследователями или бывшие в прошлом землетрясения.

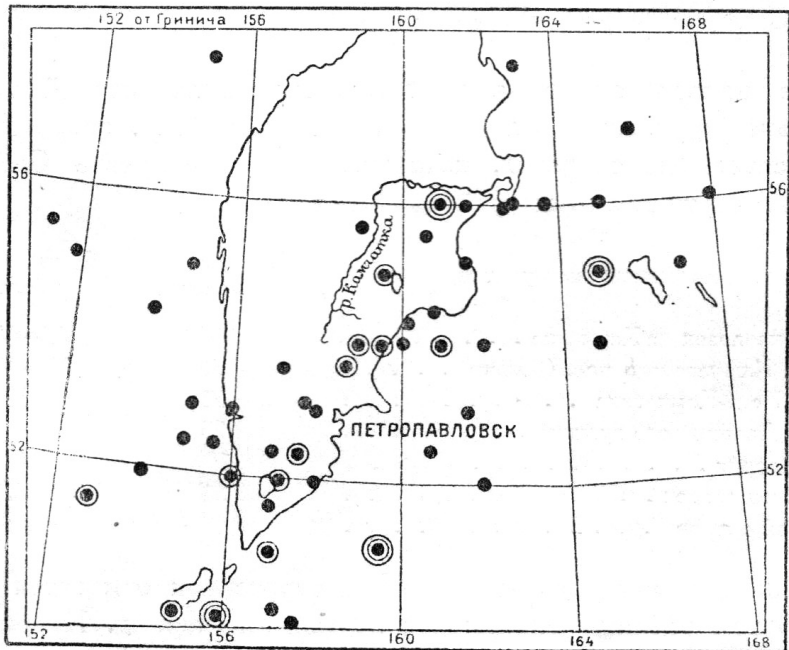
Ниже приводятся числа значительных землетрясений некоторых сравнительно крупных населенных пунктов Камчатки, содержащие все неинструментальные сведения, которые удалось получить Сейсмологическому институту для этих пунктов:

Наименование пунктов	Число землетрясений	Наивысший балл
Петропавловск на Камчатке . . . . .	137	VII—VIII
Район Ключевского пос. (Ключи) . . . . .	66	VI—VII
„ Усть-Камчатска . . . . .	21	VII
„ Авачинского вулкана . . . . .	26	—
Большереецк . . . . .	12	VI—VII
Берингов остров . . . . .	31	VIII
Медный остров . . . . .	7	VIII

Наиболее ранние упоминания о землетрясениях относятся к 1737 г.; таким образом таблица охватывает 200-летний период. На ряду с прекрасными описаниями отдельных землетрясений в различных литературных источниках встречаются целые десятилетия, характеризующиеся полным отсутствием сведений. В то же время тщательные систематические наблюдения за режимом вулканов, например, свидетельствуют о почти непрерывающейся, более или менее интенсивной, сейсмической деятельности и отдельных очагов и Камчатки в целом, как определенного комплекса тектонических структур. Таким образом нет никаких сомнений в том, что приведенная таблица отвечает картине частоты землетрясений лишь весьма относительно и приближенно; в этом отношении значительно больший интерес представляют детальные описания крупнейших землетрясений, а также — что особенно важно — систематические и тщательные наблюдения, аналогичные тем, которые ведутся Вулканологической станцией Академии Наук СССР, несмотря на то, что внешне они имеют лишь узколокальный характер.

Материалы сейсмической сети Союза и иностранные значительно подкрепляют предположение о высокой сейсмической активности Камчатки. Эпицентры, определяемые с помощью телесеизмических станций Сейсмологического института, в очень большом количестве ложатся близ Камчатки; наиболее тесно они концентрируются, согласно вычислениям Н. А. Линдена, вдоль восточных берегов и южной оконечности полуострова — от Усть-Камчатска до мыса Лопатка. На восток они распространяются вдоль Алеутских островов до Аляски, на юг — вдоль Курильских островов и Японии. Большая часть эпицентров ложится в море,

однако все же значительная доля их падает на полуостров, совершенно определенно сгущаясь в пределах суши. Следует отметить, что телесейсмическими станциями Союза, расположенными на расстояниях в 1000 км от Камчатки, отмечаются лишь сильные землетрясения, а большинство (если не все) землетрясений местного значения остается вне регистрации (см. схему распределения эпицентров полуострова Камчатки на фиг. 2).



Фиг.2. Схематическая карта эпицентров землетрясений на Камчатке.

- Эпицентры землетрясений по данным телесейсмических станций.
- ⊙ Повторяющиеся эпицентры      ⊙ Часть повторяющихся эпицентров

Несмотря на скудость и неравноценность статистического материала и невозможность проведения детального сейсмотектонического анализа, нами все же по необходимости предпринята первая предварительная попытка составления схемы сейсмического районирования Камчатки. Смысл подобного районирования, как указывалось, заключается в выделении сейсмических зон, ограничивающих, так сказать, максимальную интенсивность будущих землетрясений коэффициентом зоны. Таких зон намечено пять: от V- до IX-балльной, распределение которых явствует из карты, где отдельные зоны показаны соответствующей штриховкой. Будущие поступления новых фактических данных, возможно, несколько изменят очертания зон, тем более, что в условиях Камчатки экстраполяцию уже имевшихся данных на соседние участки пришлось проводить достаточно грубо и схематично.

Пока мы можем утверждать, в полном соответствии с фактическим материалом, что практически описанными в сейсмическом отношении являются восточные берега Камчатки южнее Усть-Камчатска и особенно районы вокруг самого Усть-Камчатска и полоса от Петропавловска на Камчатке до мыса Лопатка. Расчетное сейсмическое ускорение следует здесь принимать равным  $500 \text{ мм/сек.}^2$  с некоторыми изменениями, в зависи-

мости от микрогеологических факторов, и с повышением этой цифры до 1000 мм/сек.<sup>2</sup> для зоны IX-балльных землетрясений. Командорские острова входят в зону VIII баллов, что также соответствует 500 мм/сек.<sup>2</sup>

В заключение приводим список главнейших землетрясений Камчатки.

### Описание наиболее сильных землетрясений Камчатки (с 1737 по 1937 г.)

В 1737 г. летом — землетрясение и извержение Авачинской сопки.

В том же году, 17 октября, рано утром, было сильное землетрясение возле Авачи, на Курильской Лопатке и Курильских островах, сопровождавшееся наводнением. „Учинился на море ужасный шум и волнение, и вдруг взвилось на берега воды в высоту сажени на 3, которая, ни мало не стояв, сбегала в море и удалилась от берегов на знатное расстояние. Затем вторично земля всколебалась, воды прибыло против прежнего, но при отлигии столь далеко она сбегала, что море видеть невозможно было... В некоторых местах луга покрылись холмами, в других — поля превратились в заливы“ (2).

25 октября того же года землетрясение повторилось около устья Большой реки, на Курильской Лопатке и по восточным берегам Камчатки. Землетрясение продолжалось до весны 1738 г.

В 1737 г., 5 ноября, было сильное землетрясение в районе Нижнекамчатска. „Колебания земли были столь значительны, что многие камчатские жилища попадали, печи в казачьих избах рассыпались, колокола звонили; новая, построенная из лиственничного леса церковь так расшаталась, что бревна совсем вышли из дверных колод и пазов“ (2).

В 1738 г., в январе и феврале — землетрясение на восточном берегу Камчатки и на Курильских островах.

В 1742 г., 18 февраля, ночью — сильное землетрясение на Беринговом острове. „За несколько минут перед землетрясением я услышал сильный шум, приближавшийся от юга к северу, сопровождавшийся подземным гулом... Шум этот прекратился, и начались сотрясения земли, которые были настолько сильны, что подпорки нашего подземелья подломились... Несмотря на то, что колебания земли продолжались, я не заметил никакого волнения на море“ (Стеллер) (2).

В 1756 г. — „разрушительное землетрясение на Камчатке“ (местность более точно неизвестна).

Землетрясения на Беринговом острове известны в следующие годы: в 1827, 1858, 1859 и 1924 гг. 21 октября многие кирпичные дома были разрушены. Более слабые землетрясения, силою не выше VI баллов, известны в 1925, 1928 и 1929 гг.

В 1791 г., 15 апреля — сильное землетрясение в Нижнекамчатске. „Было столь сильное землетрясение, что человеку трудно было устоять... Многие старые дома были повреждены, печи расселись, несколько труб обрушилось, люди выбежали из домов, объятые страхом“ (2). В августе того же года — сильное землетрясение на восточном побережье Камчатки

в Петропавловском порту, в Нижнекамчатске и Паратунке. В последние „земля во многих местах разверзлась и извергала на значительную высоту воду и песок“ (2). Все дома в Паратунке были повреждены, печи в них разрушены. В Нижнекамчатске почва дала трещины, а в некоторых местах осела, „колокола двух церквей звонили сами собой, треск и шум от падающих разрушаемых зданий соединялся с воем собак и отчаянными воплями людей, ожидавших каждую минуту, что земля их поглотит“ (2) в домах разрушены все печи. Река Радуга внезапно высохла, по окончании же землетрясения вода в ней снова появилась. Ключевской вулкан извергал столбы черного дыма и издавал громовые звуки.

В 1807 г., в районе Нижнекамчатска, в феврале — сильное землетрясение, „причиной которого является вулкан, находящийся возле Ключевска“ (2).

1809 г., 7 ноября — сильный удар в Петропавловске, чувствовавшийся на воде и во всем городе.

1810 г., 1 июля — сильное землетрясение в Нижнекамчатске и окрестностях, сопровождавшее извержение Ключевской сопки.

1821 г., в феврале — весьма сильные толчки в Ключевском, сопровождавшие сильное извержение Ключевского вулкана.

1827 г., 11 июля — сильное землетрясение в с. Авачи, от которого перекосились окна и побились стекла (VI—VII баллов).

1841 г., 8 мая — сильное землетрясение в Петропавловске. Печи и трубы разрушены. В окнах побиты стекла. Утесы на берегу моря вблизи порта обрушились (VII—VIII баллов).

1851 г., 7 декабря — сильное землетрясение в Петропавловске, сопровождавшееся гулом. Скрипели балки домов и сильно качались всякие предметы.

1902 г., 24 марта — сильное землетрясение в районе Петропавловска (8).

1904 г., 25 июня — в Петропавловске страшный подземный грохот, дома трещали и шатались. Стекла полопались. Перепуганные жители выбегали на улицу (VI—VII баллов) (3).

1911 г., 4 мая — довольно сильное землетрясение в районе Петропавловска. Здание Петропавловского маяка трещало, с потолка сыпалась земля, предметы в комнатах передвигались с места на место (VI баллов).

1931 г., 12 мая — в Паратунке два сильных толчка. Вода в источнике была фонтаном. Постройки (деревянные) перекосились (VIII баллов).

1936 г., 13 и 14 ноября — землетрясение (VII—VIII баллов) в Усть-Камчатске и по долине р. Камчатки. Стены домов растрескались, обрушились печные трубы, в городских помещениях осыпалась штукатурка

1937 г., 20 июля, поселок Ключи — умеренной силы толчок, затем плавные колебания (IV балла). Звенела посуда, всякие предметы колебались.

1937 г., 22 июля: 1) Усть-Камчатск — сильные толчки, вызвавшие разрушение печей (более 30). Обвалилась штукатурка и побита посуда в шкафах (VI—VII баллов); 2) Ключи — умеренный толчок с последующими колебаниями (IV балла) (8).

## ЛИТЕРАТУРА И МАТЕРИАЛЫ ПО СЕЙСМИЧНОСТИ КАМЧАТКИ

1. Экспедиция к Алеутским островам капитанов Креницина и Левшина в 1764—1769 гг. Зап. Гидрогр. деп., т. X, 1852 (помещено сообщение о землетрясениях 28 X 1769 г. и 4 V 1770 г.).
2. Мушкетов, И. В. и Орлов, А. П. Каталог землетрясений Российской империи. Зап. Р. Геогр. общ., т. XXVI, 1893 (обнимает списки землетрясений по 1888 г. включительно). См. также I и II доп. к каталогу.
3. Известия Постоянной центральной сейсмической комиссии за 1902—1908 гг.
4. Уланов, А. С. К материалам по сейсмологии Дальнего Востока, 1931.
5. Perray, A. Documents sur les tremblements de terre et les phénomènes volcaniques dans l'archipel des Kouriles et au Kamtchatka. Ann. de la Soc. d'agriculture, d'histoire naturelle et des arts utiles de Lyon. 3-me série, t. VIII, 1865.
6. Montessus de Ballore. Les tremblements de terre. Géographie Séismologique. 1906.
7. Sieberg A. Erdbebengeographie, Bd. IV, Lief. 3, 1932.
8. Карточный хронологический каталог землетрясений Камчатки, составленный в Сейсмологическом институте Академии Наук СССР.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
А. А. М е н я й л о в. Извержения Ключевского вулкана и деятельность некоторых камчатских вулканов в 1937 г . . . . .	3
И. З. И в а н о в. Исследование газообразных продуктов побочных вулканов Ключевской сопки и Шивелуча . . . . .	13
С. А. Б о р о в и к и В. И. В л о д а в е ц. О возгонах Туйлы и Биокося сбора 1936 г. . . . .	19
Г. П. Г о р ш к о в и В. В. П о п о в. Краткий очерк сейсмичности Камчатского полуострова . . . . .	23