

Б. И. ПИИЦ, Е. К. МАРХИНИН

ГИГАНТСКОЕ ИЗВЕРЖЕНИЕ ВУЛКАНА ШЕВЕЛУЧ

12 ноября 1964 года

(предварительное сообщение)

Предвестником пробуждения вулкана Шевелуч явились сейсмические толчки. Первое землетрясение с очагом под вулканом Шевелуч отмечено на сейсмограммах П. И. Токаревым в январе 1964 г. Далее число их по месяцам распределялось следующим образом:

Т а б л и ц а

Количество извержений вулкана Шевелуч

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь			Ноябрь		
										1-я дек.	2-я дек.	3-я дек.	1-я дек.	2-я дек.*	3-я дек.
Число землетрясений	1	4	4	1	47	9	5	1	6	4	5	34	300	200	10
										43			500		

* Фактически 11—12 ноября.

Первый небольшой максимум сейсмической активности наметился в мае. После некоторого спада в июне — сентябре сейсмическая активность вулкана резко усилилась с 17 октября, когда землетрясения начали происходить ежедневно. С 3 ноября фиксировалось по несколько десятков землетрясений в сутки, а 10 и 11 ноября больше сотни в день. За 10 часов до начала извержения землетрясения следовали почти непрерывно. Большинство землетрясений были слабыми, но отмечались и более сильные с энергией до 10^{18} эрг.

В ночь с 10 на 11 ноября наиболее сильные сейсмические толчки, предшествовавшие извержению вулкана Шевелуч, ощущались жителями окрестных поселков.

Преподаватель Харьковского политехнического института О. Д. Руднев, находившийся в это время в ключевской больнице, с 12 часов ночи до 6 утра насчитал в общей сложности 5 толчков.

Дежурной Козыревской ГМС О. Б. Алексеевой отмечено землетрясение в 1 час 20 мин ночи: здание слабо скрипело, покачивались электролампочки. Это же землетрясение заметил работник Козыревского леспромхоза М. Д. Подгорный.

Каких-либо иных предвестников извержения, помимо сейсмических не наблюдалось. Более того, в отчете Ключевской вулканостанции, А. Е. Святловский отмечал, что вулкан Шевелуч «продолжал находиться

в спокойном состоянии. Поездка на Шивелуч и подъем к куполу (11 июля, А. Е. Святловский) показала, что изменений в режиме газовых извержений не произошло, несмотря на сейсмическую активность».

Извержение началось рано утром 12 ноября 1964 г. Оно сразу же приняло пароксизмальный характер и протекало чрезвычайно напряженно в течение несколько более 1 часа. По данным микробарограмм, извержение (во всяком случае сильное) началось в *7 час 07 мин* по местному времени и продолжалось до *8 час 17 мин*, а затем резко прекратилось. Все это время микробарографы на станциях «Ключи» и «Козыревск» регистрировали интенсивные воздушные волны.

В *8 час 17 мин* также резко прекратились и землетрясения. До конца месяца отмечались только отдельные, очень слабые толчки в среднем не более одного в сутки.

Извержение видели многие жители поселков Ключи, Козыревск и Усть-Камчатск.

О. Д. Руднев описывает извержение из Ключей следующим образом:

«Первое наблюдение было произведено около *7 час 15 мин*. Шума и грохота в помещении не ощущалось. Общая картина была такова: с левой стороны кратера пробивался узкий столб пламени с небольшим отблеском по кратеру направо. Кратер явно находился ниже максимальной вершины Шивелуча (порядка 0,5—1 км).

Огромная черная туча поднималась на высоту 11—12 км, ее шапка (светло-серого оттенка) заворачивалась в сторону Ключей. Молнии очень широкие и яркие расходились от центра к краям.

7 час 30 мин. Огненные полосы исчезли. Все стабилизировалось. Туча двинулась по ветру (по течению Камчатки) дальше от Ключей. В ней все время вспыхивают «окна» пламени. Огонь похож на вспышки при горении керосина, только диаметр свыше 0,5 км.

8 час 00 мин. Молнии реже, вспышки реже. Подозрительный гриб переходит в бесформенное состояние, сливается с тучей по цвету. Очень кратковременные вспышки совсем не похожи на описываемые в книгах извержения.

8 час 30 мин. Туча приняла бесформенные очертания, удаляясь от Ключей.

Начинается рассвет. Слабо видно движение по склону раскаленного материала. Скорость движения свыше 20 км/час.

9 час 00 мин. Осталось бесформенное облако, высота его все время уменьшается, вспышек очагов в нем больше нет. Молнии слабее уже и очень редки».

По рассказу пилющика Ключевского деревообрабатывающего комбината М. Бобра, который шел на работу в *6 час 30 мин*, никаких вспышек в это время не было, и только после *7 час 00 мин* он заметил в окне зарево и выбежал на улицу.

Т. И. Маркелов, охотник и каюр, который находился на охоте у западного подножия Шивелуча, видел приблизительно такую же картину извержения.

О наблюдениях за извержением Шивелуча из пос. Козыревск сообщил заведующий Козыревской сейсмостанцией С. В. Попов. Согласно его сообщению, житель пос. Козыревск Т. Смертенюк в *7 час 08 мин* услышал звук, напоминающий выстрел, который повторился через 5—7 мин. В *7 час 15 мин* он увидел в стороне Шивелуча темное грибовидное облако, прорезаемое молнией. Были слышны раскаты грома. Начальник милиции пос. Козыревск Т. Г. Баранов в *6 час 20 мин* слышал подземный гул. При этом дом слабо дрожал и покачивались электролампочки. В *7 час 08 мин* он снова услышал продолжительный гул и в то же время

в стороне Шевелуча увидел пепловую тучу грубо треугольной формы. Верхняя часть ее была белой, средняя — черной, нижняя — свинцового цвета. Тучу прорезали молнии, слышались раскаты грома. Высота тучи, по его оценке, была около 10—15 км. С. В. Попов во время работы в регистрационной в 8 час 20 мин заметил слабое дрожание пола и услышал гул, напоминающий орудийные раскаты.

Аналогичные явления между 7 и 8 час утра видели также жители поселков Крахча и Лазо.

Из Усть-Камчатска извержение Шевелуча наблюдала дежурный-наблюдатель ГМС Е. Пылкова. Согласно ее сообщению, в 7 час 05 мин над вулканом Шевелуч образовалось белое клубящееся облако с размытым основанием, из центра которого пробегала молния, расходясь в стороны отдельными ветвями, а внизу под облаком при вспышках молний полыхали красные сполохи. Облако постепенно увеличивалось, основание его темнело, вершина клубилась. Оно развивалось вверх, постепенно надвигаясь на пос. Усть-Камчатск. Вспышки молний усиливались. К 8 час 20 мин черная пепловая туча закрыла почти весь небосвод. Из нее на поселок начал падать крупный вулканический песок, запахло сернистыми газами. Молнии временно прекратились. К 8 час 30 мин они возобновились, сопровождаемые раскатами грома. Пеплопад усилился. Наступила полная темнота, прорываемая лишь вспышками молний через 20—45 сек. Треск и грохот были непрерывными; видимость нулевой.

Пеплопад, постепенно ослабевая, продолжался в Усть-Камчатске более чем до 11 час. Молнии и раскаты грома, сопровождавшие его, также постепенно ослабевали. К 9 час промежутки между молниями увеличились до 1—1,5 мин. К 9 час 40 мин — до 4 мин.

В 10 час 00 мин было отмечено изменение фракции выпадающего пепла. Крупный вулканический песок сменился вулканической пылью. Толщина слоя пепла достигла к этому времени 3 см.

После 10 час стало постепенно светать. Молнии и раскаты грома к 10 час 25 мин прекратились. К 11 час видимость достигла 500 м.

Толщина выпавшего пепла в Усть-Камчатске не превышала 4 см. Е. Пылковой взяты 3 пробы пепла: с площади осадкомерного ведра 200 см^2 —566 г, с площади дождемерного ведра 500 см^2 —1331 г, с поверхности земли площадью 2500 см^2 —6 кг 640 г. В пересчете на 1 м^2 это соответствует 28,3 кг, 26,6 кг и 26,6 кг. В среднем 27,2 кг.

Усть-Камчатская ГМС отмечает, что во время извержения в районе Усть-Камчатска в земле появились трещины шириной 0,5 и глубиной 20—25 см. Телефонная связь с селениями Ключи и Камаки и внутри Усть-Камчатска была нарушена. Отмечалась сильная наэлектризованность многих предметов.

В период пеплопада в Усть-Камчатске дул северо-западный ветер со скоростью 1—2 м/сек, который относил пепловые тучи к морю, к Командорским островам.

В это время Камчатским управлением ГМС (сообщение И. Н. Сергеевой) с теплохода «Аральск» была получена телеграмма: «12 ноября в 9 час 30 мин вошел в густой пеплопад. Темно как ночью. Видимость 14 кабельтовых. Перед вхождением в пеплопад наблюдались сильные молнии. Широта $56^{\circ}15'$, долгота $163^{\circ}04'$. Курс 45° . Ветер северный, 3—4 балла».

С теплохода «Николаевск» Камчатское пароходство (сообщение П. Д. Киселева) тогда же получило радиограмму: «На подходе к Усть-Камчатску в 9 час 30 мин широта $55^{\circ}5'$, долгота $162^{\circ}2'$, от норд-веста стала наблюдаться темная пелена. Повернул обратно в море».

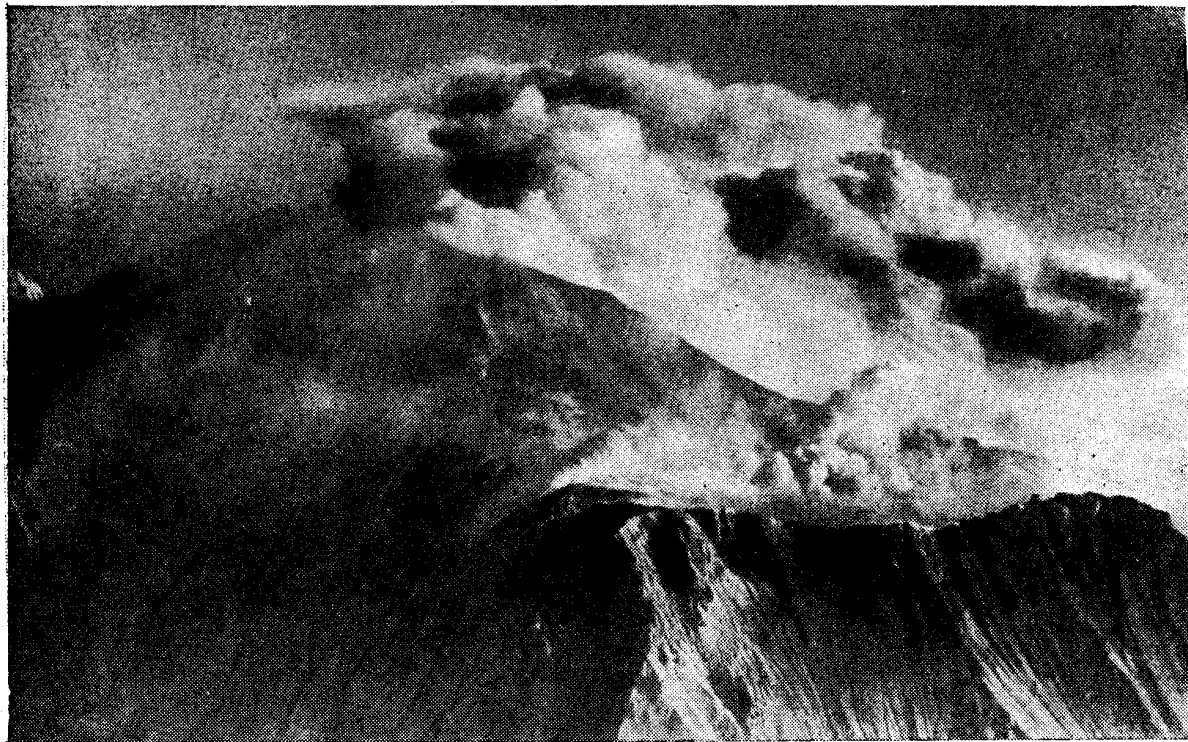


Рис. 1. Вид на кратер вулкана Шивелуч днем 12 ноября 1964 г.

(фото И. Т. Кирсанова)

Эти сообщения с кораблей использованы нами при наметке границ пеплопада в море.

Пеплопад на Командорских островах (о. Беринга) начался в 13 час 20 мин и прекратился в 17 час 30 мин (сообщение сотрудника сейсмостанции И. Т. Васильева). Толщина слоя пепла достигла 2—3 мм. Это соответствует приблизительно 2 кг на 1 м².

По наблюдениям с самолета и сообщениям с мест может быть приблизительно оконтурена площадь пеплопада. Ось его проходит от кратера в направлении Командорских островов. Площадь ограничивается слабо расширяющейся в восточном направлении параболой. Очень ориентировочно она оценивается в 150 000 км², а общее количество выпавшего пепла — приблизительно в 1 млрд. т. Большая часть его выпала в море.

В результате извержения вулкана Шивелуч образовался новый большой кратер (рис. 1). Наблюдения с самолета и аэрофотосъемка показали, что купол Центральной Вершины, Купол Суелич и несколько безымянных куполов оказались уничтоженными. Новый кратер имел сложную форму. Он был вытянут в юго-юго-западном направлении и состоял как бы из двух слившихся плоских воронок: северной основной и южной дополнительной. Диаметр каждой из них был около 2 км. По всей площади кратера действовали мощные фумаролы.

Важнейшим последствием извержения явилось образование огромного пирокластического покрова (рис. 2, 3, 4). Площадь его по предварительной оценке составила 70 км², наибольшая длина — 15—16 км; мощность вдоль контура близка к 10 м. Покров выровнял рельеф, перекрыв овраги, глубина которых достигала десятков метров. Принимая среднюю мощность покрова по всей площади 10 м, получим его объем 0,7 км³. Учитывая пирокластический материал, заполнивший овраги, объем которых составлял приблизительно 0,1 км³, полный объем пирокластического покрова оцениваем в 0,8 км³. При удельном весе 2 — это

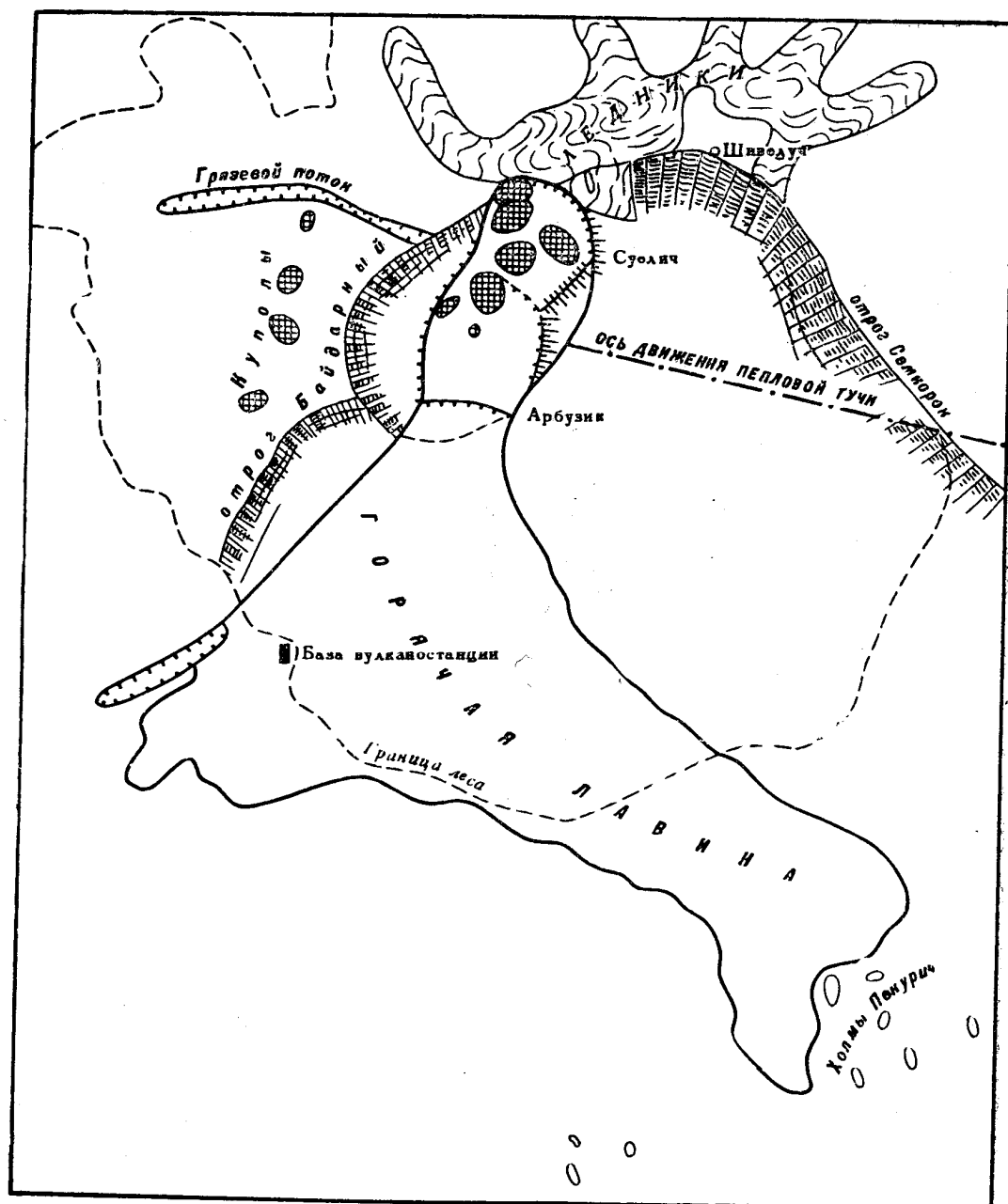


Рис. 2. Схема пирокластического покрова, образовавшегося 12 ноября 1964 г.

составляет 1,6 млрд. т. Движение горячих лавин, приведших к образованию пирокластического покрова, в первом приближении было подчинено рельефу. Первые порции агломерата заполняли овраги, а последующие скатывались по уже более или менее выровненной поверхности. Характер движения лавин запечатлен на поверхности покрова продольными бороздами, хорошо видимыми на аэрофотоснимках. У южного окончания потока в отдельных местах заметны поперечные борозды, напоминающие конечные морены ледника.

Судя по аэрофотоснимкам, покров состоит преимущественно из пылевой и песчаной фракций. Глыбовый материал распределен в нем неравномерно. Самых крупных глыб диаметром несколько метров больше у окончания покрова.

По сообщению Ю. М. Дубика, совместно с В. А. Дроздиным, К. А. Скрипко и А. Е. Шанцером, покров через несколько дней после извержения состоял преимущественно из холодного материала, особенно в краевых частях.

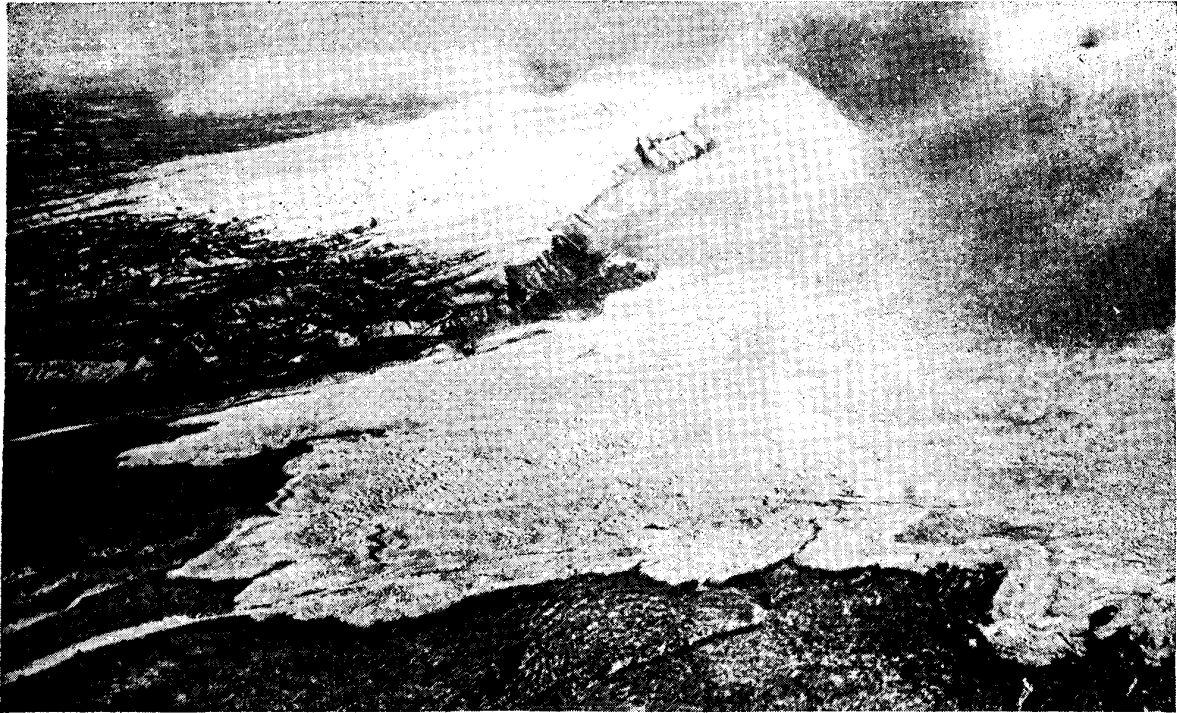


Рис. 3. Общий вид пирокластического покрова с самолета
(фото И. Т. Кирсанова)

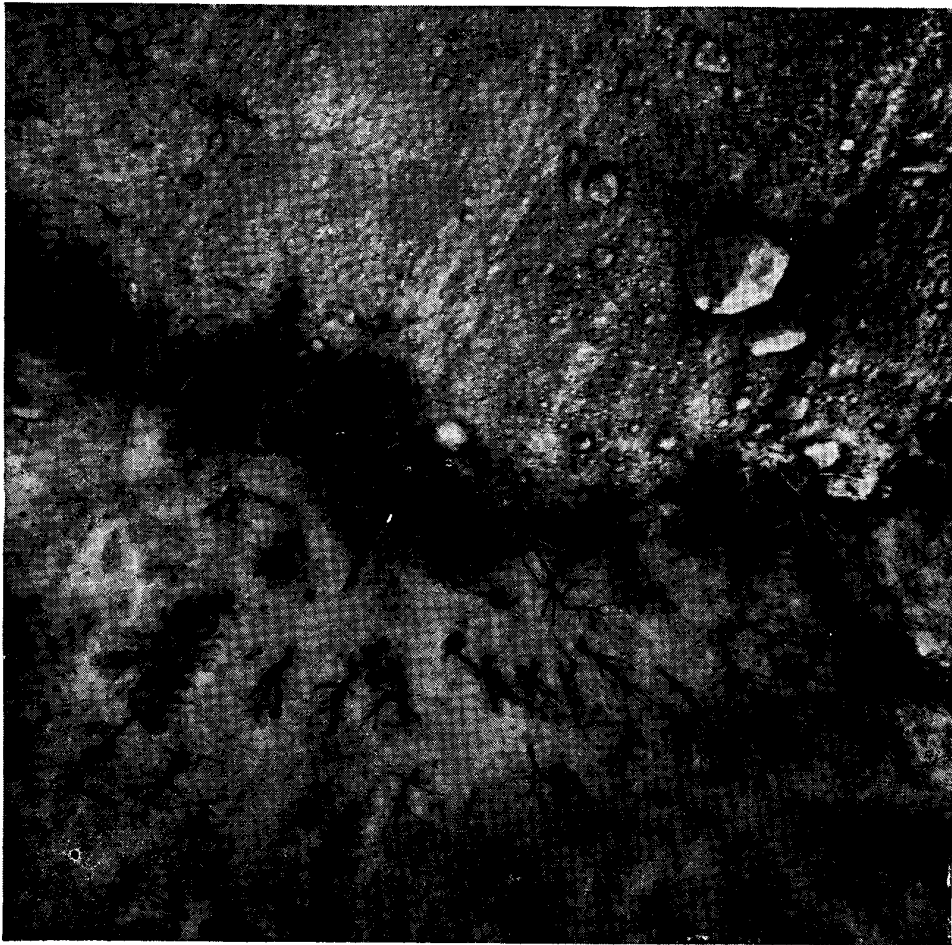


Рис. 4. Деталь окончания пирокластического покрова
(граница с лесом)

Пирокластический покров распространился за границу леса на расстояние 5—6 км. Базовый рубленый дом Ключевской вулканостанции, стоявший над правым притоком речки Каменской у границы с лесом, был уничтожен.

Приблизительно в центральной части покрова с севера на юг протягивается длинная полоса активных фумарол. Несколько групп их имеется и в других местах на поверхности покрова. Но общее число сравнительно, например, с тем, какое насчитывалось на поверхности пирокластического потока, образовавшегося 30 марта 1956 г. у вулкана Безымянного, очень невелико. Вероятно, это было связано с почти полным отсутствием снега на южном склоне вулкана Шевелуч в момент извержения. Этим же объясняется отсутствие на южном склоне заметных грязевых потоков. Небольшой грязевой поток, связанный с таянием ледника, образовался на западном склоне вулкана. Судя по наблюдениям с самолета, длина его достигала 5 км. Второй более короткий грязевой поток прошел по р. Байдарной.

Суммируя материал пирокластического покрова и пепел, распространившийся на большой площади, получим общую массу рыхлых продуктов, извергнутых 12 ноября, равной 2,6 млрд. т, что при удельном весе 2 соответствует объему 1,3 км³ (ориентировочно).

О составе извергнутого материала дают представление пробы пепла, собранного в Усть-Камчатке. Он состоит преимущественно из светлого пемзоватого андезита, образованного из пористого бесцветного стекла с показателем преломления 1,595—1,598, кристалликов зеленой роговой обманки и плагиоклаза № 45—50 (определения К. М. Тимербаевой).

Химический состав¹ его (в вес. %) следующий:

SiO ₂ —54,24	CaO—8,48
TiO ₂ —0,90	Na ₂ O—4,10
Al ₂ O ₃ —18,91	K ₂ O—0,96
Fe ₂ O ₃ —2,38	H ₂ O ⁻ —0,05
FeO—3,26	H ₂ O ⁺ —0,41
MnO—0,14	
MgO—5,80	Σ=99,63

В водной вытяжке из 100 г воздушно-сухого пепла, по данным Л. А. Башариной и Е. М. Фильковой, содержится (в мг):

NH ₄ —0,03	Cl ⁻ —10,60
Na ⁺ —8,00	SO ₄ ⁻² —93,69
K ⁺ —2,00	HCO ₃ —
Mg ²⁺ —2,78	H ₂ SiO ₃ —0,5
Ca ²⁺ —31,53	
Fe ²⁺ —Следы	
Fe ³⁺ —Следы	
Al ³⁺ —	

Исходя из предположения, что содержание растворимых веществ в данной пробе близко к содержанию их в основной массе выброшенного пепла, и принимая общую массу пепла в 1 млрд. т, т. е. не учитывая пепла пирокластического покрова, получим, что всего с пеплами Шewe-

¹ Аналитик Н. И. Лисоченко.

луча 12 ноября 1964 г. было вынесено ориентировочно следующее количество воднорастворимых веществ (в т):

NH ₄ — 300	Cl—106 000
Na — 80 000	SO ₄ —936 900
K— 20 000	H ₃ BO ₃ —9 600
Mg— 27 800	H ₂ SiO ₃ —5 000
Ca—315 300	

И это в течение одного часа!

Предварительные оценки энергии извержения дали следующие результаты:

Энергия воздушных волн по данным записей микробарографов	около 2×10^{21} эрг
Энергия воздушных волн по данным записей обычных барографов	1×10^{22} эрг (макс. оценка)
Кинетическая энергия взрывов (по массе выброшенного материала и вероятной скорости выброса)	$n = 10^{23}$ эрг

Все приведенные количественные оценки носят, естественно, сугубо ориентировочный характер. Однако они позволяют судить, по крайней мере, о порядке величин.

Происшедшее 12 ноября 1964 г. извержение вулкана Шевелуч было одним из крупнейших исторических извержений на Камчатке. По количеству выброшенного материала и энергии оно сравнимо с извержением вулкана Безымянного 30 марта 1956 г. Извержений вулкана Шевелуч подобной силы не было более 110 лет, с февраля 1854 г., когда, согласно Дитмару, в сел. Ключи пепел выпал слоем 30 см и излился большой «лавовый поток» (грязевой поток?) в сторону р. Еловка.

Можно предполагать, что деятельность вулкана Шевелуч на этом не закончилась и извержение 12 ноября положило начало новому эруптивному циклу. Судя по общим закономерностям извержений вулканов подобного типа, можно предполагать, что в новом кратере вулкана Шевелуч начинается рост одного или нескольких экстрезивных куполов, сопровождающийся образованием различного типа раскаленных лавин.