

УДК 551.217

## ЮЖНЫЙ ЧЕРПУК И СЕВЕРНЫЙ ЧЕРПУК - КРУПНЕЙШИЕ ГОЛОЦЕНОВЫЕ МОНОГЕННЫЕ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ФОРМЫ СРЕДИННОГО ХРЕБТА КАМЧАТКИ (РОССИЯ)

© 1999 г. М. М. Певзнер\*, И. В. Мелекесцев\*\*, **О. Н. Вольнец**\*\*, В. А. Мелкий\*\*\*

\* Геологический институт РАН, Москва, 109017

\*\* Институт вулканической геологии и геохимии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006

\*\*\* Московский государственный университет геодезии, аэрофотосъемки и картографии, Москва, 103064

Поступила в редакцию 27.11.98 г.

Изучены два вулканических центра в пределах Срединного хребта Камчатки — Южный и Северный Черпук. Рассмотрены морфология и строение шлаковых конусов и лавовых потоков, особенности состава их пород. Подсчитаны объемы изверженного материала для обоих центров ( $>2$  км<sup>3</sup> каждый). Впервые получены <sup>14</sup>C-датировки (~3550 л.н.) для Южного Черпука и приведены данные о предполагаемом возрасте (~1740 г. н.э.) Северного Черпука. Обсуждается проблема генезиса указанных вулканических центров.

Срединный хребет — крупнейшее вулканотектоническое сооружение Камчатки — представляет собой тыловую вулканическую зону полуострова. В связи со слабой изученностью района, роль современного (голоценового) вулканизма здесь преуменьшалась. Однако молодые эруптивные события в этом районе особенно интересны для анализа глубинных процессов динамики земной коры в масштабе всей Курило-Камчатской зоны.

Предыдущие исследователи разделяли вулканические постройки Срединного хребта по возрасту, опираясь, главным образом, на морфоструктурные признаки и соотношение вулканогенных форм с ледниковыми. Считалось, что подавляющая часть вулканических проявлений относится к неоген-раннечетвертичному времени [16, 24], однако наиболее молодые проявления вулканизма имели место всего несколько тысяч, а во многих районах, быть может, несколько сот лет тому назад, т.е. в голоцене [15]. Голоценовая группа вулканических образований выделяется относительно легко по отсутствию структурно-ледниковых форм рельефа на их склонах, а также по перекрытию лавовыми потоками ледниковых отложений стадии II позднеплейстоценового оледенения. Однако, до настоящего времени голоценовый возраст вулканогенных образований Срединного хребта не был подтвержден какими-либо прямыми методами определения абсолютного возраста. Исключением является субкальдерное извержение вулкана Хангар, датированное радиоуглеродным методом [12].

В настоящее время лишь вулкан Ичинский считается действующим вулканическим аппаратом Срединного хребта Камчатки [4,5,13]. Моно-

генные вулканические образования Северный и Южный Черпук, представленные шлаковыми конусами и лавовыми потоками, расположены на юго-западном подножии Ичинского вулкана (рис. 1).

Задача настоящего исследования — изучение характера отложений и состава изверженных продуктов Южного и Северного Черпуков для определения их генезиса, а также установление времени их образования.

В рукописи А.Н. Заварицкого 1947 г., в значительной мере подготовленной по материалам Аэровулканологической экспедиции 1946 г. и опубликованной в 1955 г. [7], Южный Черпук назван вулканическим аппаратом (шлаковый конус с лавовым потоком), связанным с проявлением молодой вулканической деятельности в юго-западном секторе подножия Ичинского вулкана, т.е. его побочным прорывом. Н.В.Огородов [14], напротив, предпринял попытку доказать, что это самостоятельное вулканическое образование, основываясь, главным образом, на разности составов пород (кислые андезиты) побочных (по его мнению) прорывов Ичинского вулкана и пород (андезитобазальты, по одному химическому анализу; см. образец № 5 в табл. 1) Южного Черпука. По крайней мере все исследователи были согласны, что Южный Черпук — очень свежая послеледниковая форма, а А.Е.Святловский даже предположил [19], что он возник всего несколько сот лет назад в заключительной фазе деятельности Ичинского вулкана, т.е. также определил его как побочный прорыв последнего.

На последней карте Камчатки масштаба 1:1000000, изданной в 1995 г., конус Северный Черпук назван вулканом. При дешифрировании перспективного аэрофотоснимка 1946 г., он опи-

ЮЖНЫЙ ЧЕРПУК И СЕВЕРНЫЙ ЧЕРПУК

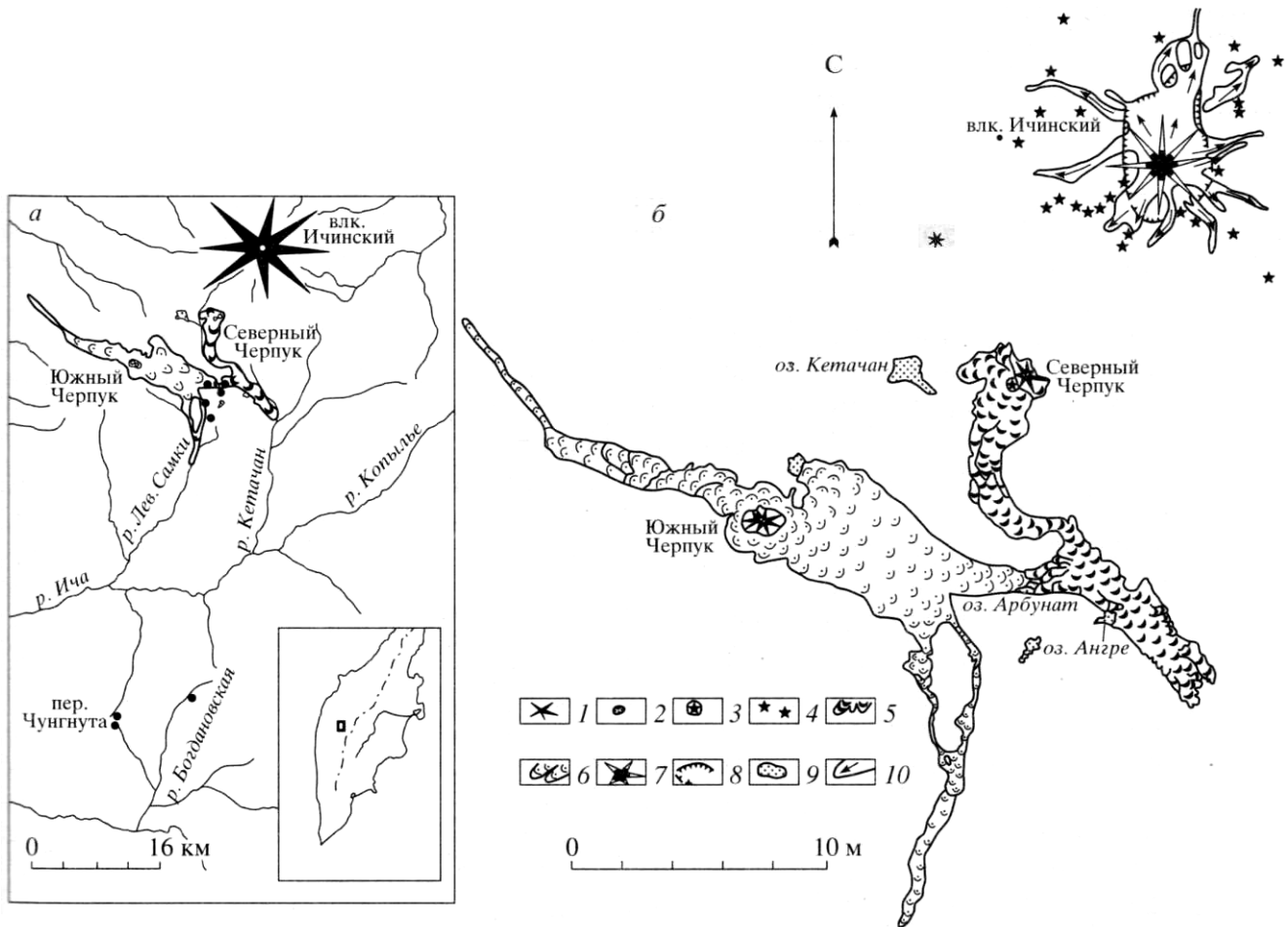


Рис. 1. Карта-схема района (а) и геолого-геоморфологическая схема распространения лавовых потоков Южного и Северного Черпуков (б). Точками показаны ППЧ с опробованными и (или) продатированными в них отложениями Южного и Северного Черпуков. Пунктирная линия - водораздел Срединного хребта. 1 - шлаковые конуса Южный и Северный Черпук; 2 - кратеры шлаковых конусов; 3 - бокка; 4 - эруптивные центры района Ичинского вулкана ( $Q_4$ ); 5 - лавовый поток Северного Черпука; 6 - лавовый поток Южного Черпука; 7 - постройка Ичинского вулкана ( $Q_3^4 - Q_4$ ); 8 - борт кальдеры ( $Q_3^4$ ); 9 - озера и озерные равнины; 10 - ледники, стрелками показано направление движение льда.

сан А.Н. Заварицким как "... самый крупный и вполне сохранившийся - Северный Черпук, находящийся над местом излияния большого лавового потока... И конус, и лавовый поток имеют совсем свежий вид" [7, с. 80]. На очень свежий облик Северного Черпука указывали и видевшие его Э.Н. Эрлих [23], А.Е. Святловский [19], Н.В. Огородов [14, 16].

Авторы настоящей работы провели дешифрирование аэрофотоснимков и крупномасштабное картирование района юго-западного подножия Ичинского вулкана. Во время полевых работ на местности завершен ряд выделенных контуров лавовых потоков, а также изучены вещественный состав и стратиграфия отложений продуктов извержений Южного и Северного Черпуков. Про-

ведено радиоуглеродное датирование отложений извержения Южного Черпука.

**Южный Черпук.** Крупный шлаковый конус Южный Черпук ( $55^{\circ}33'$  с.ш.,  $157^{\circ}28'$  в.д., абсолютная высота 1868 м) с обширным, связанным с ним лавовым покровом, расположен в 21 км к юго-западу от главной вершины Ичинского вулкана.

Фундаментом конуса [5, 14] служит мощная толща андезитобазальтового состава из чередующихся между собой лав, прослоев и линз пирокластики. Возраст толщи предположительно раннечетвертичный [16]. Эти породы слагают небольшой хребет Лаучан северо-восточного простирания, примыкающий к юго-западному подножию Ичинского вулкана.

Главные элементы вулканической постройки Южного Черпука - крупный, сложно построен-

ЮЖНЫЙ ЧЕРПУК И СЕВЕРНЫЙ ЧЕРПУК

**Таблица 1.** Химический состав пород продуктов извержений Южного и Северного Черпуков, а также средний химический состав пород Ичинского вулкана и ареальной зоны шлаковых конусов

Номер образца	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Сумма
Южный Черпук												
1	57.31	0.95	20.46	3.30	3.69	0.11	3.52	5.30	3.34	1.69	0.33	100.00
2	54.16	1.23	17.93	4.45	4.25	0.15	5.10	7.17	3.69	1.38	0.48	99.99
3	52.12	1.25	22.41	6.40	4.59	0.11	4.83	5.35	1.75	0.58	0.61	100.00
4	52.01	1.25	18.25	3.52	5.87	0.16	5.89	8.30	3.55	0.84	0.35	99.99
5	54.69	1.34	16.69	2.76	5.33	0.13	5.73	7.49	4.01	1.34	0.47	99.98
6	54.90	1.19	16.74	2.02	5.87	0.15	4.80	7.44	3.73	1.49	0.48	99.41
7	55.52	1.22	16.83	2.60	5.69	0.14	4.28	7.68	4.02	1.55	0.48	100.01
Северный Черпук												
8	62.07	0.72	18.77	3.28	2.70	0.09	2.02	4.37	3.69	2.13	0.15	99.99
9	62.56	0.68	18.71	2.94	2.28	0.09	1.95	4.52	3.86	2.27	0.15	100.01
10	62.50	0.73	16.37	2.69	2.84	0.10	2.62	5.65	4.05	2.25	0.21	100.01
11	57.65	0.82	16.99	2.89	4.77	0.11	3.70	7.51	3.67	1.71	0.16	99.98
12	60.81	0.73	16.30	2.68	3.80	0.11	3.07	6.39	4.01	1.83	0.27	100.00
13	60.83	0.72	16.60	2.34	4.16	0.11	2.72	6.53	3.70	2.06	0.22	99.99
14	60.56	0.72	15.91	3.69	3.33	0.15	2.70	7.03	3.79	1.95	0.16	99.99
15	61.17	0.70	16.40	3.60	2.60	0.32	3.22	6.04	3.62	2.05	0.27	99.99
16	66.22	0.35	15.30	2.63	1.88	0.15	1.56	5.05	3.98	2.73	0.16	100.01
Ичинский вулкан												
17 (1)	50.52	1.05	13.33	5.04	5.68	0.13	10.30	9.82	3.60	1.32	0.20	100.99
18 (1)	56.25	0.97	16.36	5.12	3.82	0.13	4.51	7.47	3.58	1.58	0.17	99.96
19 (11)	62.16	0.72	16.35	2.63	3.58	0.11	2.64	5.58	3.61	2.39	0.22	99.99
20 (16)	66.38	0.55	15.83	2.83	1.68	0.09	1.56	3.55	4.25	3.08	0.21	100.01
21 (11)	71.45	0.34	14.26	0.60	1.16	0.09	0.85	2.55	4.36	4.13	0.05	99.84
22 (1)	74.34	0.41	13.24	0.24	1.71	0.09	0.47	2.01	4.63	2.58	0.12	99.84
Зона ареального вулканизма												
23 (17)	50.58	1.11	16.88	3.54	6.17	0.17	7.10	9.07	3.51	1.52	0.35	100.00
24 (8)	55.45	1.20	16.89	2.38	5.82	0.16	4.83	7.15	3.80	1.87	0.45	100.00
25 (5)	59.70	0.74	16.47	3.00	3.88	0.16	3.30	6.87	3.70	1.97	0.20	99.99

Примечание. В скобках - число анализов; 1 - тонкий пепел, завершивший извержение; 2 - черный шлак финальной эксплозии; 3 - черный шлак начальной эксплозии (из торфяника р. Богдановская); 4 - шлаковые бомбы; 5, 6 - лава; 7 - лава близ шлакового конуса; 8 - серый пепел финальной эксплозии; 8, 9 - соответственно серый и палевый пеплы финальной эксплозии; 10 - шлаковые бомбы; 11-13 - лава соответственно из средней части потока, близ шлакового конуса и близ фронта потока; 14,15 - темная и светлая полосы в полосатом шлаке соответственно; 16 - дацитовая пемза (включение); 17,23 - базальт; 18, 24 - андезитобазальт; 19, 25 - андезит; 20 - дацит; 21 - риодацит; 22 - риолит. Полевые номера образцов: 1 - 97033/3; 2 - 97033/2; 3 - 97022/5; 4 - 97033/1; 5 - по работе [15]; 6 - ИСН-96-02; 7 - МКАМ-35-97; 8 - 97034/3; 9 - 97034/2; 10 - 97034/1; 11 - 6434; 12 - МКАМ-41-97; 13 - 6452; 14 - 6449/2т; 15 - 6449/17; 16 - 6449/16. Состав пород в пересчете на безводный остаток. Анализ образца № 5 приведен по данным работы [17]. Анализ образца № 6 из коллекции Т.Г. Чуриковой, выполнен рентгенофлюоресцентным методом в Геттингенском университете, Германия; аналитик Т.Г. Чурикова. Анализы образцов № 17-25 приведены по данным работы [5]. Анализы образцов № 11, 13-16 из коллекции О.Н. Вольнца выполнены в химической лаборатории ИВ ДВО АН СССР; аналитик Т.В. Долгова. Прочие анализы выполнены в центральной химической лаборатории ИГЕМ РАН; аналитики Н.В. Малышева, С.И. Вронская и С.И. Коган.

ный шлаковый конус и обширный трехлопастной лавовый покров (рис. 1, б). По данным проведенной авторами реконструкции, конус начал формироваться на абсолютной отметке 1500-1550 м. Размер основания выраженной в рельефе части конуса 1.2 × 1.7 км, относительная высота ~250 м.

Удлиненность основания конуса в субширотном направлении объясняется слиянием в едином сооружении двух конусов. Западный - выше (на ~30 м) и образовался раньше, чем Восточный. На вершине постройки находится овальный в плане кратер, срезающий оба конуса, его размер

0.2 × 0.3 км, глубина 70-80 м. Дно кратера - пологая чаша диаметром ~100 м. Крутизна склонов конуса 30°-35°. Судя по разнице отметок кровли пород фундамента и верхней кромки его кратера, истинная высота конуса достигает, вероятно, 340-350 м.

С поверхности склоны конуса сложены красно-бурыми шлаками и того же цвета сильно пористыми обломками оливиновых андезитобазальтов. Последних больше у основания конуса. На крутых (30°-40°) стенках кратера преобладают глыбы агглютинатов, куски шлака и бомбы. В выбросах конуса у его подножия обнаружены [11] также обломки риолитового состава. По предположению авторов, эти обломки принадлежат экструзии, находящейся в районе Южного Черпука, и могут расцениваться как резургентный материал, захваченный в процессе извержения. Предположения основаны на значительной разнице в химическом составе пород Южного Черпука (умеренно калиевые андезитобазальты) и обсуждаемого образца - высококалиевого риолита (см. табл. 1 и рис. 2).

Выраженная в рельефе часть лавового покрова имеет площадь 56 км<sup>2</sup>. Длина наиболее протяженной южной лопасти потока 22 км. Наибольшая ширина покрова 5 км. Северо-западная лопасть, имеющая длину 15 км, приурочена к долине р. Черпук, ее конец находится там на абсолютной высоте 640 м, южная лопасть - в долине р. Левая Самки - на 490 м. Восточная лопасть имела длину, большую, чем показано на рис. 1, б, но ее окончание погребено мощным лавовым потоком Северного Черпука и частично перекрыто водами оз. Арбунат. Если допустить, что окончание этой лопасти, по аналогии с долиной р. Черпук, тоже находилось на высоте 640-650 м, то длина ее достигнет ~12 км, а общая площадь покрова увеличится до 60 км<sup>2</sup>.

Поверхность лавового покрова имеет свежий облик, так как хорошо сохранились почти все элементы ее мега- и даже микрорельефа. Вблизи окончания поверхность потока близка к слабо-волнистой, на ней хорошо выражены неглубокие (до 1-2 м) провалы. Фактически вся лава покрыта сильнопористой окисленной коркой бурого цвета. Поры крупные, эллипсоидные, до 3-4 см в длину. Поток сильно задернован. В западинах и понижениях присутствует почвенно-пирокластический чехол (ППЧ) мощностью до 0.7 м.

В средней части поверхность потока мелко-глыбовая, ступенчато-волнистая, с крупными провалами до 5-10 м глубиной. Хорошо выражены продольные трещины шириной 0.5-1.0 м, длиной до 3-5 метров и глубиной до 2 м. К бортовым валам крупность глыб увеличивается, появляются обелиски, часто встречаются трещины разрыва с каменными россыпями, как бы оперяющие

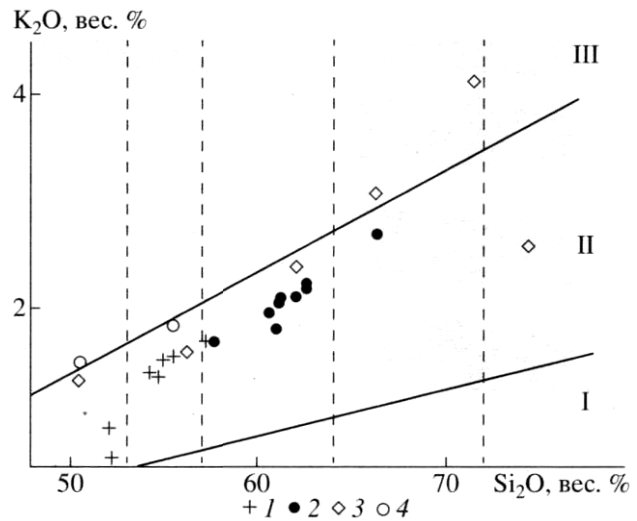


Рис. 2. Диаграмма соотношения K<sub>2</sub>O и SiO<sub>2</sub>, построенная по данным табл. 1. 1 - Южный Черпук; 2 - Северный Черпук; 3 - Ичинский вулкан [5]; 4 - зона ареального вулканизма [5]; I—II - соответственно низко-, умеренно- и высококалиевые породы.

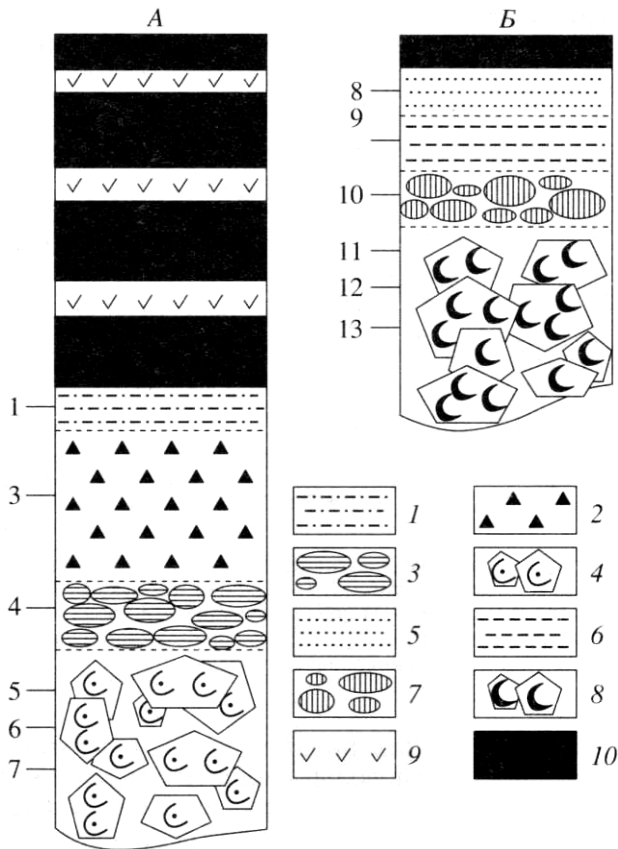
поток, образуя фестончатый край. Поверхность потока покрыта довольно мощной пористой коркой. Но поры обычно не крупнее 2 см, эллипсоидные и округлые. В стенках трещин вскрываются неокисленные лавы без пор: темно-темно-серого, серо-черного цвета с зернами оливина, плотные; в некоторых случаях отмечена флюидальность лав (полосы мощностью по 2-3 см). Поток перекрыт ППЧ мощностью ≥0.2 м, зарос мхами и лишайниками, а по бортовым валам - единичными кустами кедрового стланика.

Вблизи конуса поверхность потока глыбовая, с мощными продольными трещинами, внутри которых вскрывается монолитная стекловатая фактически черная очень плотная лава с многочисленными яркими зернами оливина; плагиоклаз встречается реже. Поток здесь слабо задернован, начиная с высоты 900-1000 м остаются только мозаичные пятна мхов и лишайников.

Лава восточной лопасти более вязкая, чем у первых порций южной. Для ее рельефа характерны крупные западины, близкие к воронкообразной форме, глубиной до 2-3 м относительно поверхности потока.

Неровности лавового покрова заполнены шлаком извержения Южного Черпука и перекрывающим его ППЧ, что несколько нивелирует его рельеф. Вдоль бортовых валов южного языка потока иногда образуются прислоненные террасы из перемытого шлака.

Среди лав покрова преобладают лавы типа *aa*, меньше переходных от *aa* к глыбовым, а также глыбовых лав. Небольшие (5-10 м) относительные превышения рельефа на поверхности потока



**Рис. 3.** Схематическое строение ППЧ и стратиграфия изверженных продуктов Южного (А) и Северного (Б) Черпуков вблизи источников извержений: 1 - тонкий оржавленный пепел (алевропелит - мелкозернистый); 2 - стратифицированный черный шлак (от мелко- до крупнозернистого песка с гравием); 3 - шлаковые бомбы; 4 - лава; 5 - серый пепел (алевропелит - мелкозернистый); 6 - палевый пепел (алевропелит - тонкозернистый); 7 - бомбы и лапилли шлака; 8 - лава; 9 - тефра других вулканов Камчатки; 10 - органические горизонты (дернина, почва, торф). Цифры у колонок - опробованные стратиграфические единицы, соответствуют номерам образцов из табл. 1.

свидетельствуют о сравнительно низкой вязкости излившихся лав. На это же указывает и отсутствие четких бортовых и фронтальных валов у лавовых потоков. Самыми жидкими были, вероятно, первые порции лав, поскольку самые старые лавовые потоки имеют максимальную длину, наименьшую мощность и незначительные перепады высот, выраженных в рельефе потока. Последующие порции лав оканчиваются на все более высоких отметках, длина потоков сокращается, на них начинают появляться фронтальный и боковые валы (см. рис. 1, б).

На поверхности лавового покрова имеются крупные блоки пород шлакового конуса, который в ходе извержения частично разрушался, а отваливающиеся фрагменты его постройки растаскивались движущимися лавовыми потоками.

Макроскопически породы с поверхности покрова - темно-серые до почти черных, пористые оливиновые андезитобазальты. Структура пород порфиристая, основной массы - гиалопилитовая [14]. Стекло серовато-бурое с большим количеством рассеянной пыли черного рудного вещества.

По химическому составу (табл. 1) это типичные андезитобазальты [9]. Сходство сделанных в разное время из разных частей лавового покрова химических анализов образцов лавы указывает на однородность слагающих его пород ( $\text{SiO}_2$  от 54.69 до 55.52%; см. табл. 1).

В шурфах на поверхности лавового потока вскрыт ППЧ, содержащий как пирокластику финальной стадии извержения самого Южного Черпука, так и пеплы некоторых других извержений (рис. 3, а). Непосредственно на лавах залегают бомбы растащенного шлакового конуса (максимальный размер 15 см в диаметре на расстоянии ~10 км от конуса), на них - пачка разноразмерных (от песка до гравия и мелких лапилли) черных шлаков, которые перекрыты слоем очень плотного преимущественно тонкого пепла палевого цвета, часто оржавленного - завершившего извержение Южного Черпука. Мощность шлаков вблизи источника извержения сильно варьирует в связи с неоднородным микро- и мезорельефом подстилающей поверхности, а также особенностями осадконакопления и сохранения материала. Поскольку подошва лавовых потоков нигде не вскрывается, нельзя судить о мощности шлаков начальной стадии извержения Южного Черпука. Однако максимальная видимая мощность шлаков на расстоянии 10 км к юго-востоку от конуса была вскрыта на высокой (~900 м) древней (доголоценовой) поверхности и составила 1.8 м, причем мощность шлаков финальной стадии в этом разрезе не превышала 40 см при крупности единичных лапилли до 1.5 см; пачка шлаков начальной стадии извержения содержала более грубый материал, в том числе многочисленные лапилли до 2 см в диаметре.

Тефра Южного Черпука обнаружена в торфяниках бассейна р. Богдановская (см. рис. 1) в ~50 км южнее источника извержения в виде прослоев 2-4 см черно-ржавых шлаков размерности грубого песка и мелкого гравия. Факт отсутствия четких прослоев этих шлаков в других разрезах ППЧ района объясняется наиболее оптимальными условиями захоронения пирокластики в торфах, а не в супесях [17].

Пирокластика Южного Черпука, как и его лавы, относится в основном к умеренно щелочным андезитобазальтам, причем пирокластика начальной фазы извержения (обр. № 3 и 4; табл. 1) имеет кремнекислотность ниже, чем лавы (обр. № 5-7; табл. 1), а пирокластика заключительной

**Таблица 2.** Основные количественные характеристики извержений Южного и Северного Черпуков, а также Южного и Северного прорывов БТТИ

Характеристика	Черпук		Прорыв БТТИ		
	Южный	Северный	Северный	Южный	всего
Лава					
Длина, км	22	18	5.2	9.1 – 9.8	–
Ширина, км	5	0.5 – 2.5	2	6	–
Мощность, м	30 – 100	30 – 230	до 80	до 80	ср. 27
Площадь, км <sup>2</sup>	56 – 60	31	8.86	35.87	44.73
Объем, км <sup>3</sup>	1.8	1.725	0.223	0.97	1.191
Масса, 10 <sup>9</sup> т	4.32	4.14	0.49	2.14	2.63
Тефра (в том числе шлаковые конусы)					
Объем, км <sup>3</sup>	0.7 – 0.85	0.31 – 0.36	0.954	0.026	0.980
Масса, 10 <sup>9</sup> т	0.92 – 1.12	0.416 – 0.476	1.152	0.033	1.185
Всего твердых продуктов					
Объем, км <sup>3</sup>	2.5 – 2.65	≥ 2	1.18	1.00	2.18
Масса, 10 <sup>9</sup> т	5.2 – 5.4	4.5 – 4.6	1.64	2.17	3.81

фазы (обр. № 1 и 2, табл. 1) аналогична или кислее последних.

Определение объема изверженного материала, связанного с формированием постройки Южного Черпука, существенно затруднено. Мощность лав, в том числе среднюю, нельзя подсчитать из-за того, что лавовый покров нигде не прорезан до подстилающих пород. В связи с этим приводимая далее оценка объема лав получена путем аналогии, при сравнении рассматриваемого покрова с близким к нему по многим параметрам лавовым покровом Южного прорыва Большого Трещинного Толбачинского извержения БТТИ) 1975-1976 гг. (табл. 2) [3, 20]. В частности, в обоих случаях примерно одинаковой оказалась мощность лав вблизи эруптивного центра: 70-80 м для Южного прорыва и 70-100 м (по графическим построениям авторов) - для Южного Черпука. Рассчитанная средняя мощность лав Южного прорыва при объеме лавы 0.968 км<sup>3</sup> и площади лавового покрова 35.87 км<sup>2</sup> равна ~27 м. Для Южного Черпука средняя мощность принята авторами равной 30 м. Следовательно, в очень грубом приближении объем лавового покрова Южного Черпука можно оценить в 1.8 км<sup>3</sup>.

Считая размер основания шлакового конуса Южного Черпука 1.2 × 1.7 км, а его вершины 2 × 0.3 км при высоте 250 м и с учетом погребенной части (90 -100 м), объем конуса достигал, вероятно, 0.2-0.25 км<sup>3</sup>.

По объему конуса можно, основываясь на полученной в работе [25] пропорции, рассчитать (конечно, очень примерно) объем изверженной тefры – 0.5...0.6 км<sup>3</sup>.

Таким образом, суммарный объем материала, изверженного при формировании Южного Черпука, можно оценить в 2.5-2.65 км<sup>3</sup>, а его суммарный вес ~5.3 × 10<sup>9</sup> т (1.8 км<sup>3</sup> × 2.4 г/см<sup>3</sup> + (0.20...0.25) км<sup>3</sup> × 1.6 г/см<sup>3</sup> + (0.5...0.6) км<sup>3</sup> × 1.2 г/см<sup>3</sup>). Для сравнения: объем и вес изверженных пород БТТИ равны соответственно 2.18 км<sup>3</sup> и 3.81 × 10<sup>9</sup> т (см. табл. 2).

В результате радиоуглеродного датирования образцов оторфованных почв и торфа, перекрывающих и подстилающих шлаки извержения Южного Черпука, получены даты, характеризующие время накопления органогенных горизонтов до и после извержения (табл. 3). Самая древняя дата над шлаками дала значение 3350 ± 110 (обр. № 2) радиоуглеродных лет назад. Самая молодая дата, полученная из подстилающих шлак образцов, также показала 3350 ± 100 (обр. № 3) радиоуглеродных лет назад. Таким образом, возраст извержения Южного Черпука можно принять ~3350 радиоуглеродных лет назад, что, согласно программе калибровки <sup>14</sup>C дат [26], соответствует ~1625 г. до н.э.

Следует отметить, что в период ~3-4 тыс. <sup>14</sup>C-лет назад в различных, часто значительно удаленных друг от друга районах Камчатки происходили извержения [2, 3, 6, 22 и др.], связанные, по-видимому, с крупным импульсом подачи магматического вещества.

**Северный Черпук.** Конус Северный Черпук (55°36' с.ш. 157°38' в.д., абсолютная высота 1679 м) расположен в 10 км к юго-юго-западу от главной вершины Ичинского вулкана (см. рис. 1). Фундаментом конуса служит один из мощных лавовых

ЮЖНЫЙ ЧЕРПУК И СЕВЕРНЫЙ ЧЕРПУК

Таблица 3. Радиоуглеродные даты, определяющие возраст отложений Южного Черпука

Номер		Материал	Место отбора	<sup>14</sup> C дата*
образца	ГИН			
1	9269	Почва оторфованная	Р. Богдановская	2930 ± 100 (Г <sub>1</sub> )
				3200 ± 100 (Г <sub>2</sub> )
2	9287	То же	Оз. Арбунат	3350 ± 110 (Г <sub>1</sub> )
				2680 ± 70 (Г <sub>2</sub> )
3	9270	»	Р. Богдановская	3350 ± 100 (Г <sub>1</sub> )
				3370 ± 120 (Г <sub>2</sub> )
4	9273	Торф	Перевал Чунгнута	3550 ± 40 (Г <sub>1</sub> )
				3510 ± 40 (Г <sub>2</sub> )

Примечание. Образцы № 1 и 2 отобраны над шлаком, № 3 и 4 - под шлаком Южного Черпука.

\* Даты получены по: Г<sub>1</sub> – холодной щелочной вытяжке из образца, Г<sub>2</sub> – горячей щелочной вытяжке из остатка Г<sub>1</sub>.

потоков последнего. Абсолютная отметка подошвы основания конуса ~1450 м; таким образом, высота конуса близка к 230-250 м. Основание конуса имеет овальную форму и вытянуто с северо-запада на юго-восток. Его размер 1.7 × 0.8 км. На вершине конуса имеется округлый кратер ~0.2 км в диаметре и 70 м глубиной, дно которого расчленено радиальными трещинами шириной в несколько метров.

Конус Северный Черпук сложен различным по размерности (от крупных пористых бомб до лапилли и песка с алевропелитом) пирокластическим материалом, который по составу в целом отвечает андезитам с содержанием SiO<sub>2</sub> от 60.56 до 63.41% (см. табл. 1), причем часто встречаются полосчатые разности этих пород, где темные и светлые полосы имеют андезитовый состав (обр. № 14 и 15; табл. 1). В виде включения в андезитовом шлаке обнаружена дацитовая пемза (обр. № 16; табл. 1). Обращает на себя внимание то, что в большинстве образцов пирокластике Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> преобладает над FeO (обр. № 8, 9, 14-16; табл. 1). Таким образом, основываясь на данных работы [1], можно предполагать, что главная часть пирокластического материала получена за счет дробления пород, кристаллизовавшихся неглубоко от дневной поверхности в условиях свободного доступа кислорода.

В ~0.7 км к юго-западу от вершины шлакового конуса расположен лавовый купол (бокка), служивший главным центром излияния лавового потока Северного Черпука. Отметка вершины купола ~1500 м, подошвы - предположительно 1250-1300 м. Излившийся отсюда лавовый поток имел большую мощность: у края купола видимая максимальная мощность 230 м, средняя - 100... 110 м, через 2 км - соответственно 65 и 40 м, через 4 км - 50 и 30 м, у конца - 90... 100 и 60 м. Длина потока 18 км, ширина колеблется от 0.5 до 2.5 км, площадь лавового поля 31 км<sup>2</sup>. Поток спу-

стился по долине р. Кетачан до отметки 640 м, подпрудив несколько правых притоков этой реки, в результате чего образованы озера Кетачан, Арбунат и Ангре. Средняя часть потока перекрыла край восточного языка лавового покрова Южного Черпука.

Поверхность лавового потока Северного Черпука типичная глыбовая и крупноглыбовая с относительными превышениями до 20-30 м, с ярко выраженными относительно прямолинейными бортовыми и серповидными поперечными валами. В пределах лавового поля выделяется большое количество отдельных порций лавы, поэтому края и фронтальная часть лавового потока имеют в плане сложные фестончатые очертания (см. рис. 2). Глыбы на поверхности шатаются и не задернованы, как на молодых (современных) лавовых потоках. ППЧ на потоке еще не сформирован. В западинах встречаются лишь моховые подушки, которые фактически не содержат почвенного слоя. По бортовым валам и изредка на самом потоке растет молодой кедровый стланик, длина веток которого не превышает 1 м.

Лава Северного Черпука в основном серого и темно-серого цвета, плотная, слабопористая, с большим количеством крупных кристаллов плагиоклаза. Отобранная вблизи конуса - плотнее, темнее по цвету, содержит менее крупные кристаллы плагиоклаза, однако по составу она довольно однородна (обр. № 11-13; табл. 1). Пирокластика начальной фазы извержения (шлаки) кислее, чем первая порция лавового потока.

В средней части потока, над оз. Арбунат (~9 км от источника извержения), непосредственно на лаве обнаружены бомбы растащенного шлакового конуса и пепел заключительной фазы извержения Северного Черпука (см. рис. 3, Б). Мощность горизонта бомб и лапилли шлака ~10 см. Бомбы представляли собой довольно легкие, сильно пористые, колочие шлаки до 15 см в диа-

метре. С поверхности, а также в глубине пор бомбы и лапилли покрыты вышележащим пеплом. Мощность этого пеплового горизонта ~6 см. Цвет пепла зеленовато-светло-палевый, серовато-палевый. Размерность - от пелита до тонкозернистого песка. Пепел включает некоторое количество мелких лапилли шлака. Выше залегает прослой 3-5 см пепла серо-стального цвета. Его размерность - от пелита до мелкозернистого песка. По составу пирокластические отложения Северного Черпука, опробованные в разрезе на средней части лавового потока, отвечают андезитам - от 62.07 до 62.56% SiO<sub>2</sub> (обр. № 8 и 9; табл. 1).

Расчитанный объем конуса Северный Черпук ~0.11 км<sup>3</sup> (средний диаметр основания 1.2 км, диаметр кратера 0.2 км, высота 230-240 м), объем тефры, оцененный по методике работы [3], 0.20-0.25 км<sup>3</sup>.

Из-за резкого колебания мощности лавы по длине потока его объем определялся отдельно по двум участкам: у истока лавового потока вместе с лавовым куполом площадью 6 км<sup>2</sup>, где средняя мощность потока была принята равной 100 м, и остальной его части площадью 25 км<sup>2</sup> со средней мощностью 45 м. Для первого участка получен объем 0.6 км<sup>3</sup>, для второго - 1.125 км<sup>3</sup>.

Таким образом, суммарный объем лавы и пирокластики Северного Черпука оказался ~2 км<sup>3</sup>, а их суммарный вес ~4.5 × 10<sup>9</sup> т (1.725 км<sup>3</sup> × 2.4 г/см<sup>3</sup> + 0.11 км<sup>3</sup> × 1.6 г/см<sup>3</sup> + (0.20.. 0.25) км<sup>3</sup> × 1.2 г/см<sup>3</sup>), что превышает таковые показатели для суммы отложений Северного и Южного прорывов БТТИ см. табл. 2).

По морфологии конуса и потока, ничтожному слою органики, перекрывающему отложения Северного Черпука, по не крупным единичным кустам кедрового стланика можно было ожидать, что возраст извержения окажется совсем молодым.

В этой связи заслуживают внимание данные, введенные в книгу С.П. Крашенинникова [10], где описаны явления, мало свойственные для западного подножия Срединного хребта Камчатки и примыкающей к нему Западно-Камчатской равнины. Во время обеда в стане над р. Оглуковина (сейчас р. Облуковина, прим. авторов), в 30 верстах к западу от Срединного хребта 8 декабря (по старому стилю) 1740 г. произошло следующее событие: "Страшный шум лесу, который сперва слышали мы за восставшую бурю, но как котлы наши с огня полетели, и мы, сидя на санках зашатались..." [10, с. 80].

Более подробно все это описано в "Двадцатом рапорте Гмелину и Миллеру от 13 ноября 1741 г." [10, с. 628-629]: "... вдруг как от сильного ветра лес зашумел, и земля так затряслась, что мы за деревья держаться принуждены были, горы заколебались, и снег с оных покатился. Означенного

трясения приметили два вала, из которых один около минуты продолжался, а другой, который вскоре вслед за первым следовал, очень скоро прошел, а больше того дня ничего не приметили... токмо слышали часто гром под землею. В ноги очень часто земля тряслась, токмо легко, а перед всяким трясением гром под землею слышался... . На другой день, то декабря 9 дня, поутру около 8 часов, переехав Оглукоминский хребет (Срединный хребет Камчатки, прим. авторов), сильный гром под землею слышали, а трясения земли не приметили".

Из наблюдений за сильными извержениями камчатских вулканов следует, что подобные явления сопровождали фактически каждое такое извержение [4, 18 и др.].

Возможно, что наблюдавшиеся С.П. Крашенинниковым события указывают на начало формирования Северного Черпука. Сильные же землетрясения хорошо согласуются с внедрением в верхние горизонты земной коры и подъемом к поверхности очень вязкой магмы, характерной для этого вулканического образования. Длительное время ощущавшийся подземный гул ("гром") в комбинации со слабыми толчками земной поверхности с высокой долей вероятности может свидетельствовать об интенсивной эксплозивной деятельности Северного Черпука в это время.

Если предположение авторов верно, то Северный Черпук станет не только самым молодым вулканическим образованием Срединного хребта Камчатки, но и пока единственным выявленным аппаратом, возникшим здесь в историческое время.

Объем и вес изверженных пород, связанных с образованием Северного Черпука, сопоставимы и даже несколько превышают таковые для Северного и Южного прорывов БТТИ вместе взятых (см. табл. 2). Таким образом, Северный Черпук можно считать одним из самых сильных исторических извержений на Камчатке.

**О генетической природе эруптивных центров Южный и Северный Черпук.** Вопрос о генетической природе указанных эруптивных центров интересен не только сам по себе. Важно установить, что это - самостоятельные вулканические образования или побочные извержения Ичинского вулкана. В зависимости от этого по-разному может быть решен, например, вопрос о перспективе будущих извержений в пределах данного района, связанной с этим вулканической опасностью, а также о потенциальной активности и опасности вулкана Ичинский, который в настоящее время находится в стадии сольфатарной деятельности [4, 5, 13].

Как уже отмечено, по вопросу о происхождении Южного Черпука существуют две различные точки зрения. Э.Н. Эрлих [22] и А.Е. Святловский [19] относили Южный Черпук к побочным про-



рывам Ичинского вулкана, принимая во внимание его местонахождение и сходство связанного с ним лавового потока с таковыми самого вулкана. Н.В.Огородов [14], напротив, считал Южный Черпук самостоятельным образованием, поскольку его лава заметно отличается от лав Ичинского вулкана по химическому составу.

Исследователи, упоминавшие Северный Черпук при реконструкции истории формирования Ичинского вулкана, генезис этого вулканического центра специально не обсуждали [5, 11], называя его в ряду хорошо сохранившихся послеледниковых побочных излияний.

Расположение Северного и Южного Черпуков у подножия Ичинского вулкана можно расценивать двояко. С одной стороны, оба центра находятся относительно недалеко (10 и 21 км) от вершины вулкана; с другой - эти расстояния значительно больше, чем у остальных эруптивных центров Ичинского вулкана голоценового возраста (см. рис. 2), особенно это касается Южного Черпука, тем более, что на Камчатке известна только одна группа побочных прорывов, находящихся в 20-21 км от вершинного кратера - конусы Киргурич, Туйла и Биокось, возникшие в 1932 г. в северо-восточном секторе подножия Ключевской Сопки, которая отличается исключительно высокой активностью. Ичинский вулкан давно прошел подобный этап.

Объемы изверженных пород как Южного, так и Северного Черпуков сравнимы лишь с таковыми БТТИ. Объем самого крупного из известных побочных прорывов  $0.31 \text{ км}^3$  (Билукай, 1938 г.; Ключевская Сопка) [21], что в  $\sim 6.5$  раз меньше объема Северного Черпука и в 8 раз - Южного.

Весьма показательна диаграмма соотношения  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{SiO}_2$ , построенная по химическим анализам для Южного и Северного Черпуков (рис. 2). Представляется, что материал Северного Черпука генетически связан с таковым Южного, причем если оливиновые андезитобазальты Южного Черпука свидетельствовали о быстром внедрении первичного магматического расплава, близкого к основному составу, то андезиты Северного Черпука могли образоваться из той же инъекции магмы в результате ее дифференциации в близповерхностном промежуточном очаге. О неглубоком залегании очага свидетельствуют превышения значений  $\text{FeO}$  над  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  для пирокластических пород Северного Черпука.

К сожалению, и сейчас нельзя однозначно ответить, чем по своей сути являются оба эти эруптивные образования. По химическому составу породы обоих центров сходны с таковыми Ичинского вулкана и аральной зоны (см. рис. 2). Приводимые нами анализы относятся в основном к умеренно калиевой серии пород, а породы

Ичинского вулкана и аральной зоны - к высококалиевой.

Несмотря на то что состав пород в целом позволяет отнести Северный Черпук к побочным прорывам Ичинского вулкана, значительная дифференциация химического состава ювенильных продуктов в ходе извержения (см. табл. 1) противоречит этому предположению. Подобной разницы в составе пород начала и конца единого извержения на побочных прорывах камчатских вулканов не отмечено. Это больше свойственно самостоятельным вулканическим образованиям, включая и моногенные постройки [8].

В связи с перечисленным, несмотря на всю неоднозначность данного представления, авторы настоящей работы больше солидарны с точкой зрения Н.В. Огородова [14] о Южном Черпуке, как о самостоятельном эруптивном центре, не связанном напрямую с деятельностью Ичинского вулкана. Северный Черпук, по-видимому, также является самостоятельным моногенным образованием.

Не исключено, что некоторая неопределенность при установлении происхождения Северного Черпука и Южного Черпука может иметь в основе и объективную причину - весьма сложную предысторию и историю вулканической активности самого Ичинского вулкана и сопредельных участков, в настоящее время недостаточно изученных. Это нашло свое отражение даже в уникальном наборе пород, слагающих Ичинский вулкан и его специфической "многоцентровой" морфологии, а также в обилии и разнообразии (от базальтов до риолитов) пород эруптивных центров позднплейстоцен-голоценового возраста, выраженных здесь в рельефе (см. карты в работе [5]). Аналогичная ситуация была и на предшествующих этапах, начиная с конца плиоцена. Логично допустить, что сложность поверхностной (вулканической) картины предопределена сходной или еще более сложной ситуацией на глубине, в области питания эруптивных аппаратов.

В связи с указанным, вряд ли целесообразно на современном этапе изученности данного района проводить деление имеющихся здесь моногенных вулканических центров, в том числе обоих рассмотренных, на побочные прорывы Ичинского вулкана и самостоятельные эруптивные образования. Более правильным представляется при долгосрочном прогнозе будущей вулканической опасности считать постройку Ичинского вулкана и прилежащие участки одинаковыми по степени вероятности возобновления вулканической деятельности. Судя по времени появления Северного и Южного Черпуков, начало будущей вулканической активности должно совпасть здесь со следующим периодом общекамчатского усиления эндогенных процессов.

Авторы благодарят Т.Г. Чурикову и А.В. Колоскова за предоставленный химический анализ; О.А. Брайцеву и В.В. Пономареву за ценные рекомендации в процессе подготовки статьи. Особую признательность авторы выражают водителю вездехода С.Н. Кузьменко и его коллегам за всестороннюю помощь при проведении полевых работ.

Настоящая статья подготовлена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Борисов О.Г., Борисова В.Н.* Экструзивные купола // Вопросы магматизма, метаморфизма и орудиения Дальнего Востока. Владивосток, 1973. С. 129-131.
2. *Брайцева О.А., Базанова Л.И., Мелекесцев И.В., Сулержицкий Л.Д.* Крупнейшие голоценовые извержения вулкана Авачинского на Камчатке (этап 7250-3700 <sup>14</sup>C-лет назад) // Вулканология и сейсмология. 1998. № 1. С. 3-24.
3. *Брайцева О.А., Мелекесцев И.В., Флеров Г.Б. и др.* Голоценовый вулканизм Толбачинской региональной зоны шлаковых конусов // Большое Трещинное Толбачинское извержение (1975-1976 гг., Камчатка). М.: Наука, 1984. С. 177-222.
4. *Влодавец В.И., Пийп Б.И.* Каталог действующих вулканов Камчатки // Бюл. вулканол. станций. 1957. № 25. С. 5-95.
5. *Вольнец О.Н., Патока М.Г., Мелекесцев И.В., Зубин М.И.* Вулкан Ичинский // Действующие вулканы Камчатки. Т. 1. М.: Наука, 1991. С. 282-294.
6. *Вольнец О.Н., Пономарева В.В., Бабанский А.Д.* Проявления магнезиальных базальтов в голоценовой деятельности андезитового вулкана Шивелуч, Камчатка, Россия // Петрология. 1997. № 2. С. 206-221.
7. *Заварицкий А.Н.* Вулканы Камчатки // Тр. Лаб. Вулканологии. 1955. Вып. 10. 152 с.
8. *Кирсанов И.Т., Марков И.А.* Эволюция базальтов в процессе формирования Ключевского вулкана // Проблема глубинного магматизма. М.: Наука, 1979. С. 80-96.
9. Классификация и номенклатура магматических горных пород. М.: Недра, 1981. 160 с.
10. *Крашенинников С.П.* Описание земли Камчатки. Изд. 4-е. М.; Л., 1949. 841 с.
11. *Маренина Т.Ю.* Ичинский вулкан в Срединном хребте Камчатки // Тр. Лаб. вулканологии. 1962. Вып. 22. С. 3-66.
12. *Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Базанова Л.И. и др.* Особый тип катастрофических эксплозивных извержений - голоценовые субкальдерные извержения Хангар, Ходуткинский "маар", Бараний Амфитеатр (Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 1996. № 2. С. 3-24.
13. *Новограбленов П.Т.* Каталог вулканов Камчатки // Изв. Гос. Географ. общества. 1932. Т. XIV. Вып. 1. С. 88-99.
14. *Огородов Н.В.* Вулканический конус Южный Черпук // Тр. Лаб. вулканологии. 1962. Вып. 21. С. 45-49.
15. *Огородов Н.В.* Четвертичный вулканизм Срединного хребта Камчатки // Вулканические и вулканоплутонические формации. Тр. II Всесоюз. вулканол. совещ. Т. 2. М.: Наука, 1966. С. 50-55.
16. *Огородов Н.В., Кожемяка Н.Н., Важевская А.А., Огородова А.С.* Вулканы и четвертичный вулканизм Срединного хребта Камчатки. М.: Наука, 1972. 191 с.
17. *Певзнер М.М., Пономарева В.В., Мелекесцев И.В.* Черный Яр - реперный разрез голоценовых маркирующих пеплов северо-восточного побережья Камчатки // Вулканология и сейсмология. 1997. № 4. С. 3-18.
18. *Пийп Б.И.* Ключевская Сопка и ее извержения в 1944-55 гг. и в прошлом // Тр. Лаб. вулканологии. 1956. Вып. 11. 308 с.
19. *Святловский А.Е.* Атлас вулканов СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 174 с.
20. *Федотов С.А., Мархинин Е.К., Слезин Ю.Б., Цюрупа А.И.* Южный прорыв // Большое Трещинное Толбачинское извержение (1975-1976 гг., Камчатка). М.: Наука, 1984. С. 84-142.
21. *Хренов А.П., Двигало В.Н., Кирсанов И.Т. и др.* Вулкан Ключевской // Действующие вулканы Камчатки. Т. 1. М.: Наука, 1991. С. 106-155.
22. *Эрлих Э.Н.* Восхождение на вулкан Ичинский // Бюл. вулканол. станций. 1958. № 27. С. 55-59.
23. *Эрлих Э.Н.* Об эволюции четвертичного вулканизма в зоне Срединного хребта Камчатки // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1960. № 2. С. 77-90.
24. *Эрлих Э.Н.* Современная структура и четвертичный вулканизм западной части Тихоокеанского кольца. М.: Наука, 1973. 243 с.
25. *Fierstein J., Nothenson M.* Another look at the calculation of fallout tephra volumes // Bull. volcanol. 1992. V. 54. P. 156-167.
26. *Stuiver M., Reimer P.J.* Extended <sup>14</sup>C data base and revised CALIB 3.0 <sup>14</sup>C age calibration program // Radiocarbon. 1993. V. 35. P. 215-230.

**South Cherpuk and North Cherpuk -  
the Largest Holocene Monogenetic Volcanoes of Sredinny Range  
in Kamchatka (Russia)**

**M. M. Pevzner\***, **I. V. Melekestsev\*\***, **O. N. Volynets\*\***, **V. A. Melky\*\*\***

*\* Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, 109017*

*\* Institute of Volcanic Geology and Geochemistry, Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006*

*\*\*\* Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, 103064*

Two volcanic centres within the Sredinny range of Kamchatka - South Tcherpuk and North Tcherpuk - were studied. The cinder cone and lava flow morphology and structure and their rock composition were analysed. The volumes of erupted material for both volcanoes (more than 2 km<sup>3</sup>) were counted. The <sup>14</sup>C data (~3550 y.a.) for South Tcherpuk and the presumed age of North Tcherpuk (~1740 a.d) were estimated. The origin of these volcanoes is also discussed in this article.