

А. Р. ГЕПТНЕР, И. А. ЕГОРОВА, Е. Г. ЛУПИКИНА,  
М. А. ПЕВЗНЕР, А. Е. ШАНЦЕР, А. И. ЧЕЛЕБАЕВА

## ПОЛОЖЕНИЕ ГРАНИЦЫ МАТУЯМА — БРЮНЕС В ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩАХ КАМЧАТКИ

Полученные в последнее время новые данные по стратиграфии и палеомагнитной характеристике позднего кайнозоя Камчатки позволяют обосновать корреляцию ряда палеомагнитных разрезов и впервые установить на широкой территории полуострова положение последней инверсии, произошедшей 0,7 млн. лет назад.

Изученный район расположен в пределах Быстринского и Срединного хребтов и охватывает бассейны верховьев рек Крерук, Крюки, Анавгай, Б. и М. Тигиль, а также верхнее и среднее течение р. Кававли. Эта территория является полем сплошного распространения верхнеэоценовых и четвертичных вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщ, часто сходных по литологическому составу и поэтому трудно расчленимых. Детальные исследования в данном районе позволили выделить два мощных вулканогенно-осадочных комплекса, разделенных угловым несогласием и резко отличных по степени дислоцированности (рис. 1). Нижний синхронизируется с кавранской серией, а верхний выделен нами под названием крерукского комплекса. Низы видимого разреза кавранской серии выделены А. И. Челебаевой (1971) в кававлинскую свиту.

По палеоботаническим данным, кававлинская свита является стратиграфическим аналогом нижнемедведжинской подсвиты залива Корфа, ильинской и ительменской свит Западной Камчатки (Челебаева, 1971).

Верхняя часть разреза кавранской серии выделяется в кахтунскую свиту (Челебаева, 1971). Она хорошо обнажена по левым притокам в верховьях р. Крерук. Здесь характерными породами свиты являются плотные, реже слабопористые темно-серые афанитовые андезиты и андезит-базальты, залегающие в виде мощных (до 15—20 м) потоков, часто хорошо прослеживающихся по простирацию. Лавовые потоки переслаиваются с пачками неслоистых агломератовых и псефитовых туфов, горизонтальнослоистых вулканомиктовых песчаников. По простирацию фациальный состав сильно варьирует. Исследование макроостатков флоры кахтунской свиты позволяет сопоставлять ее с щапинской свитой хр. Тумрок и эрмановской свитой Западной Камчатки (Челебаева, 1971). Сходные результаты получены при микропалеонтологических исследованиях, на основании которых можно предполагать синхронность пылевого комплекса и диатомовой флоры кахтунской свиты и верхнеэрмановской подсвиты (Гептнер и др., 1966; Челебаева, Гептнер, 1969). Палинологический анализ образцов из кахтунской свиты, собранных из разрезов по левобережной части бассейна р. Крерук, позволил установить, что в общем составе данного комплекса преобладает пыльца древесных растений (30—55%) и споры (30—50%), а пыльца травянистых растений присутствует в количествах не более 10—12%. В группе древесных растений основное место принадлежит семейству Betulaceae (*Betula*, *Alnus*, *Alnaster*). В небольших количествах присутствует пыльца широколиственных растений *Corylus*, *Carpinus*, *Juglans*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus* и пыльца *Dicervilla*. Много пыльцы хвойных, среди которых доминируют представите-

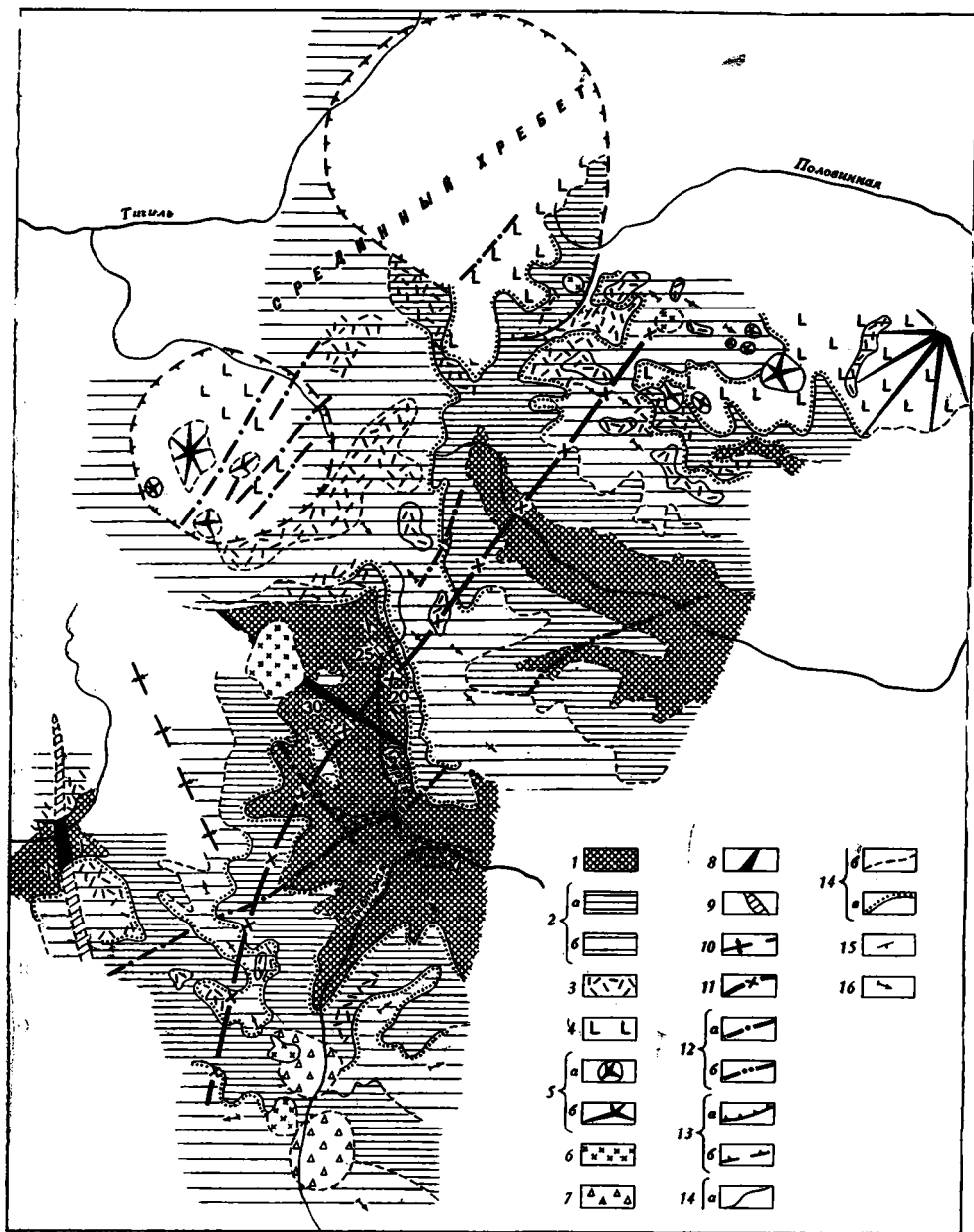


Рис. 1. Схема геологического строения бассейнов верховьев рек Крерук, Крюки и Тигиль (составил А. Е. Шанцер)

1 — кавранская серия в вулканогенных и вулканогенно-осадочных фациях; 2 — крерукский вулканогенный комплекс: а) верхняя толща, б) нижняя толща; 3 — дациты и игнимбриты; 4 — четвертичные эффузивные образования; 5 — вулканические постройки: а) шлаковые и лавовые конуса, б) стратовулканы; 6 — экструзии дацитов и андезито-дацитов; 7 — центры эрупции верхней толщи крерукского комплекса; 8 — оси антиклиналей; 9 — предполагаемое продолжение антиклиналей; 10 — оси синклиналей; 11 — ось четвертичного сводового поднятия; 12 — разломы: а) установленные, б) предполагаемые; 13 — тектонические ограничения кольцевых структур: а) установленные, б) предполагаемые; 14 — геологические границы: а) установленные, б) предполагаемые, в) несогласные; 15 — элементы залегания; 16 — углы естественного наклона

ли семейства Pinaceae. В виде единичных зерен встречена пыльца таких хвойных, так Tsuga и Taxodiaceae. Группа споровых растений представлена в основном папоротникообразными семействами Polypodiaceae (25—40%). Характерно присутствие теплолюбивых папоротников семейства Cyatheaceae. Пыльца травянистых растений представлена очень бедно. Из этих же отложений был исследован состав диатомовых водорослей. Всего здесь обнаружено 66 форм диатомовых водорослей, принадлежащих 29 родам. Вымерших видов — 16%. Подавляющее большинство форм пресноводные (60 форм из 25 родов). В состав комплекса характерных форм входят: *Melosira praedistans* Jouse f. *praedistans*, *M. praedistans* Jouse f. *seriata* Moiss, *M. praeislandica* Jouse, *M. scabrosa* Ostr., *Tetracyclus ellipticus* (Ehr.) Grun., *T. emarginatus* (Ehr.) Sm., *T. lacusyris* Ralfs var. *lacustris*, *T. lacustris* var. *strumosus* (Ehr.) Hust., *T. aff. lacustris* Ralfs (форма 1—2), *Fragilaria constricta* Ehr., *F. constricta* Ehr., *F. aff. constricta* Ehr., *Eunotia polyglyphoides* Sheshu in litt. Перечисленные формы являются типичными представителями озерной умеренно-тепловодной олигофлоры плиоцена Западной Камчатки, за исключением *Melosira scabrosa*, пока не отмеченной в эрмановских отложениях.

Крерукский комплекс обнажается по рекам Крерук, Крюки, Половинная, а также в верховьях Анавгай, Б. и М. Тигиль. Породы комплекса обычно слагают верхние части склонов долин и водоразделы. На исследованной площади крерукский комплекс от нижележащей кавранской серии повсеместно отделен угловым несогласием. Он разделяется на две толщи — нижнюю и верхнюю. Нижняя толща отделяется от верхней перерывом, а местами угловым несогласием. Несогласие фиксируется только в зонах разрывных нарушений, дислоцирующих нижнюю толщу и не затрагивающих верхнюю. Нижняя толща крерукского комплекса отличается большой пестротой фациального состава. В большинстве изученных разрезов пирокластические и вулканогенно-осадочные фации преобладают над эффузивными. Для толщи характерен пестрый набор туфов от пелитовых до агломератовых среднего и кислого состава. Наряду с туфами существенную роль в разрезе играют пачки сортированных горизонтально- и косослоистых туфогенных песчаников, переслаивающихся с валунными и галечными конгломератами и конгломерато-брекчиями.

Существенно эффузивные разрезы с большим количеством потоков лав встречены лишь по левобережью р. Крерук. Для верхов этой толщи характерны полосчатые афировые плагиоклазовые, часто игнимбритоподобные дациты и афировые дациты, насыщенные по всей массе потока обломками светло-серых хорошо раскристаллизованных пироксен-плагиоклазовых андезитов. Очень часто встречаются в этой части разреза черные и красновато-бурые, существенно плагиоклазовые игнимбриты с черными обсидиановыми фьямме. Мощность толщ колеблется от 800—900 до 100—150 м. Иногда она полностью выклинивается по простиранию и на кавранский фундамент ложится непосредственно верхняя толща крерукского комплекса.

Верхняя толща крерукского комплекса в изученном районе слагает преимущественно водоразделы и верхние части склонов долин. От нижней она отделена перерывом, а на отдельных участках угловым несогласием.

По составу обе толщи чрезвычайно сходны, но в верхней резко преобладают эффузивные породы и часто встречаются потоки темно-серых плотных полосчатых, иногда игнимбритоподобных андезито-дацитов и дацитов. В парагенезисе с полосчатыми и обломочными дацитами встречаются черные с крупными фьямме обсидиана игнимбриты. В са-

мых верхах разреза толщи залегают потоки серых и зеленовато-серых крупнопорфировых гиперстеновых андезито-базальтов и базальтов с крупными прозрачными вкрапленниками плагиоклаза.

Палинологический анализ туффитов нижней толщи крерукского комплекса (разрезы в верховьях р. Крюки<sup>1</sup> и по левобережью р. Крерук) позволил установить, что в общем составе обнаруженного спорово-пыльцевого комплекса доминирует пыльца древесных растений (80—83%) с небольшим участием пыльцы травянистых (4—17%) и споровых (1—9%).

В группе древесных растений основное место принадлежит пыльце семейства *Betulaceae* (*Betula* секц. *Costatae*, *Albae*, *Nanae*, *Alnus*, *Alnaster*). Пыльца хвойных растений представлена в основном *Pinus* cf. *rutinifolia*. Теплолюбивые хвойные отсутствуют, а из широколиственных встречаются единичные зерна пыльцы *Corylus* и *Carpinus*. Пыльца травянистых присутствует в небольших количествах, но довольно разнообразна. Споры растения представлены семействами *Bryales*, *Sphagnales*, *Polypodiaceae*, *Lycopodiaceae*. В верхней толще крерукского комплекса содержание пыльцы и спор незначительно, и по своему составу спектр отличается от описанного выше по существу только отсутствием пыльцы широколиственных растений. Близко к последнему были получены спорово-пыльцевые спектры из отложений так называемой алнейской серии Юго-Востока Камчатки и для верхних горизонтов вулканогенно-осадочной толщи р. Пустой (Северная Камчатка) (Боярская, Малаева, 1967). Такие же спорово-пыльцевые спектры описаны И. А. Егоровой в 1967 г. в отложениях, выделенных С. Е. Апрельковым под названием алнейской серии в районе рек Налычевая—Китха и в отложениях тумрокского комплекса в пределах Восточного хребта. Диатомовая флора, обнаруженная в озерных отложениях крерукского комплекса, имеет типично пресноводный состав и отличается от комплексов кавранской серии этого же участка. Это особенно видно в комплексе диатомей верхней толщи, где 99% составляют широко распространенные ныне виды. В разрезе на водоразделе рек Крюки и Половинная, вблизи горы Алней, в отложениях нижней толщи крерукского комплекса среди доминирующих, широко распространенных в четвертичных и современных отложениях видов, спорадически с оценкой «редко» отмечаются *Melosira*, отличающиеся грубопанцирностью и морфологически сходные с неогеновым видом *M. praeislandica* Jouse. Здесь же субдоминирующее положение имеет грубопанцирный *Diploneis ellipticus* (Ktz.) Cl., характерный вид и доминант в толще «синих глин» Центральной Камчатской депрессии.

Палеомагнитные исследования в районе были проведены по принципу построения детальных палеомагнитных разрезов с прослеживанием границ между ними путем детального геологического картирования. Эти исследования проведены только по отложениям крерукского вулканогенного комплекса. Образцы отбирали из всех лавовых потоков разреза, иногда и из обожженных туфов и игнимбритов. Были отобраны ориентированные образцы и из озерных отложений. Из каждого потока отбиралось 3—5 образцов, которые измерялись в поле на астатическом магнитометре системы Долгинова. Все образцы в поле проверялись на маг-

<sup>1</sup> Разрезы в верховьях Крюки и Половинная считали стратотипическими для алнейской серии (Геология СССР, т. 31, 1964). Подстилающие их слабо пропилитизированные и локально дислоцированные толщи относились в этом районе к анавгайской серии — вулканогенному аналогу воямпольской серии. В результате геологических и биостратиграфических исследований, проведенных нами в этом районе, доказано, что как стратотип алнейской серии, так и породы анавгайской серии здесь относятся к выделенному нами крерукскому комплексу, залегающему выше кавранской серии. В частности, нижеприведенные спорово-пыльцевые и диатомовые комплексы установлены для отложений, ранее сопоставлявшихся с анавгайской серией.

нитную вязкость. В результате только полевых исследований была составлена палеомагнитная карта всего района, которая была уточнена при лабораторных исследованиях и лишь незначительно дополнена за счет сильно вязких образцов.

Разрез I (рис. 2, 3) имеет обратную намагниченность ( $R_6$ ) по всей мощности (700 м). Палеомагнитная характеристика этого разреза была получена по 35 потокам лав и их шлаков и по трем прослоям спекшихся туфов и одному прослою туфо-игнимбритов. Разрез II находится в 9 км от разреза I. По возрасту оба эти разреза синхронны. Все 34 потока лав и их шлаки (разреза II), два пласта игнимбрита и два прослоя спекшихся туфов, отобранные равномерно по всей мощности (625 м), имеют обратную намагниченность ( $R_6$ ). Разрез III, находящийся в 4 км от разреза I, ближе к оси Срединного хребта, где увеличивается мощность более молодых отложений крерукского комплекса, характеризует только верхнюю часть этого комплекса. Мощность разреза 550 м. Его палеомагнитная характеристика построена по образцам из 21 потока лав и их шлаков. В нижней части этого разреза также наблюдается обратная намагниченность ( $R_6$ ), а породы верхней части разреза (150 м) намагничены нормально ( $N_6$ ). Палеомагнитная характеристика разреза IV, общая мощность которого около 600 м, получена по 17 потокам лав и их шла-

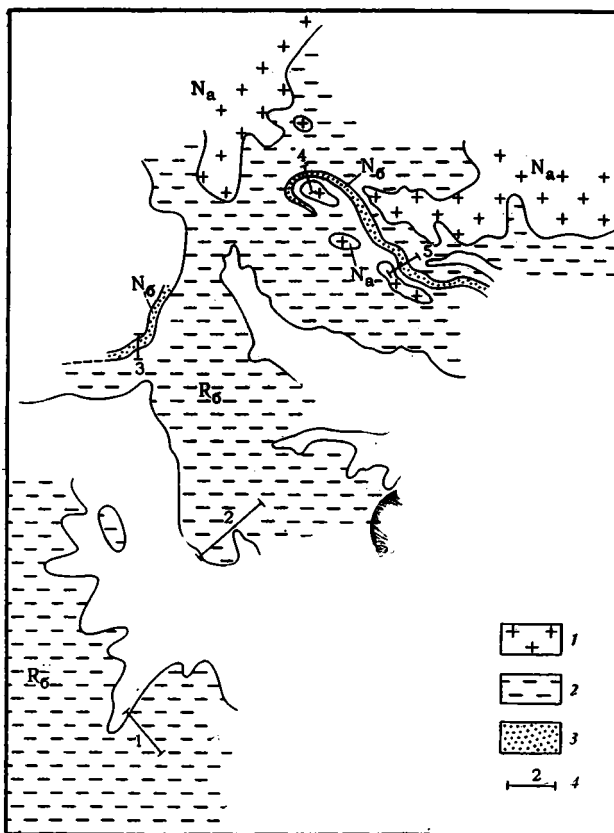


Рис. 2. Схема распространения на площади пород разных палеомагнитных зон крерукского вулканогенного комплекса

1 — породы прямо намагнитенной зоны  $N_6$ ; 2 — породы обратно намагнитенных зон  $R_6$ ; 3 — породы прямо намагнитенной зоны  $N_6$ ; 4 — местоположение разрезов детального палеомагнитного опробования

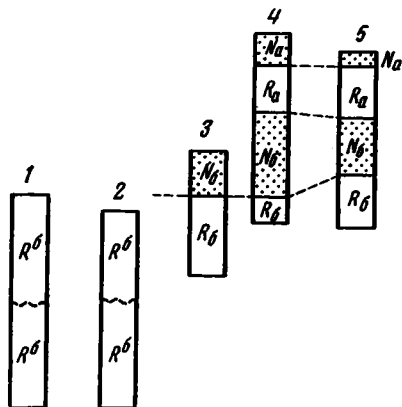


Рис. 3. Схема корреляции палеомагнитных разрезов бассейнов рр. Крерук и Крюки

Местоположение разрезов указано на рис. 2

кам. Разрез захватывает только верхнюю часть крерукского комплекса и имеет следующую палеомагнитную картину (снизу вверх): не менее 80 м зона обратной намагниченности ( $R_{\delta}$ ), 250 м зона нормальной намагниченности ( $N_{\delta}$ ), 170 м зона обратной намагниченности ( $R_{\alpha}$ ) и на самом верху разреза 60 м зона нормальной намагниченности ( $N_{\alpha}$ ). Разрез V, описанный в 5 км от разреза IV, представляет совершенно аналогичную картину. Палеомагнитные данные этого разреза были получены по 14 потокам лав и их шлаков. В нижней части разреза отмечена зона обратной намагниченности ( $R_{\delta}$ ) мощностью более 200 м, выше — зона нормальной намагниченности ( $N_{\delta}$ ) мощностью 130 м, затем 130 м — зона обратной намагниченности ( $R_{\alpha}$ ) и на самом верху разреза два потока общей мощностью 40 м с нормальной намагниченностью ( $N_{\alpha}$ ).

При лабораторных исследованиях все образцы проверялись на магнитную вязкость. Те из них, которые обладали вязкой намагниченностью  $I_{gv}$  более 10% от стабильной части  $I_p$  ( $I_{gv}$ , образовавшейся за две недели), подвергались чистке переменным магнитным полем  $H=200$  э. Было проведено сравнение вещественного состава образцов из нормально и обратно намагниченных зон. Большинство изученных эффузивов представлено базальтами, часто с оливином. Были встречены также эффузивы андезитового и андезито-базальтового состава. Игнимбриты и спешшие туфы были еще более кислые — дацитового состава. Породы свежие и лишь изредка со следами незначительных изменений. Рудная фракция во всех породах была представлена титано-магнетитом. Ни по минеральному составу, ни по магнитным характеристикам разницы между породами, имеющими различный знак намагниченности, не обнаружено. Одинаковый минеральный состав и одинаковые магнитные характеристики образцов, имеющих намагниченности разных знаков, свидетельствуют о том, что изменение знака намагниченности образцов связано с инверсиями магнитного поля Земли, а не с самообращениями. Полевые наблюдения также подтверждают, что смена знака намагниченности связана с инверсиями магнитного поля Земли. Трудно предположить, например, чтобы нижняя зона обратной намагниченности мощностью 600—800 м, прослеженная непосредственно в разрезе на 20—25 км по простирацию и представленная различными породами, была бы образована за счет каких-либо химических превращений.

В настоящее время палеомагнитные исследования проведены уже в ряде районов Камчатки (рис. 4). Имеющиеся данные позволяют с уверенностью сопоставлять верхнюю зону обратной намагниченности крерукского комплекса с последней обратной зоной, отмеченной в кайнозойских разрезах, возраст верхней границы которой, согласно мировым дан-

ным, оценивается в 0,7 млн. лет. Менее определенно сейчас можно сопоставить более древние палеомагнитные зоны, выделенные в разрезе крерукского комплекса и других разрезах синхронных вулканогенных пород Камчатки с зонами мировой палеомагнитной шкалы, для которых установлены многочисленные абсолютные датировки.

Обратно намагниченная эпоха Матуяма (от 0,7 до 2,5 млн. лет) мировой палеомагнитной шкалы, по данным последних исследований (Сох, Dalrymple, 1967; Hopkins, 1967; Dougall, Wensink, 1966), включает три относительно кратковременных эпизода (event) нормального направления магнитного поля. Эпизод Джарамилло (Jaramillo) (0,91 млн. лет) так же, как и эпизод Гилса (Gilsa) (1,6 млн. лет), установлены пока на более ограниченном материале, чем эпизод Олдувей (Olduvai) (1,9 млн. лет), отмеченный в различных частях земного шара (Африка, острова Прибылова, Исландия, Франция, острова Реуньён). Прямо намагниченная эпоха Гаусса (от 2,5 до 3,36 млн. лет), согласно имеющимся сейчас данным (Watkins, Goodell, 1967; Dougall, Wensink, 1966), включает два эпизода, отвечающих обратному направлению магнитного поля: Каэна (Caena) (2,8 млн. лет) и Маммот (Mammoth) (3,06 млн. лет). Продолжительность обратно намагниченной эпохи Гилберт не установлена. В настоящее время нижняя ее граница может быть проведена по инверсии, произошедшей 3,7 млн. лет. Еще более древняя инверсия датирована в 4,9 млн. лет.

Сейчас может быть предложено несколько вариантов сопоставления камчатской и мировой палеомагнитной шкалы. Если допустить, что выявленные на Камчатке в разрезе крерукского комплекса и синхронных с ним отложениях палеомагнитные зоны целиком соответствуют эпохам мировой палеомагнитной шкалы, т. е. эпохам Брюнеса, Матуямы, Гаусса и Гилберта, то в этом случае возраст основания этих отложений будет древнее 3,7 млн. лет, но моложе 4,9 млн. лет, а общая протяженность времени их формирования будет около 4 млн. лет. При такой корреляции рассматриваемые отложения будут соответствовать целиком всей

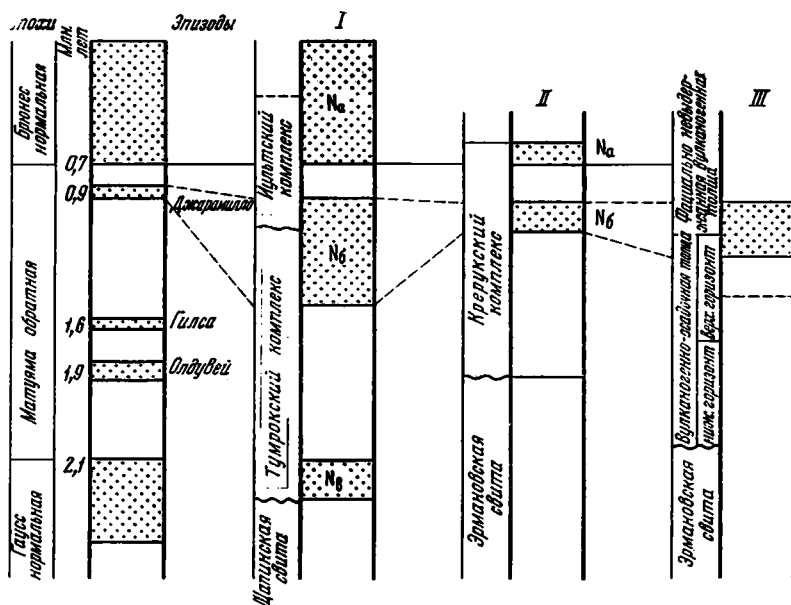


Рис. 4. Схема сопоставления палеомагнитных разрезов Камчатки с мировой палеомагнитной шкалой

I — хребт Тумрок; II — бассейн рр. Крерук и Крюки; III — Рекинникский район

формации бланко и формации ирвингтон Северной Америки, а в Европе всему виллафранку, до кромерских и сент-престских слоев включительно. Такому низкому стратиграфическому положению основания рассматриваемых отложений противоречат имеющиеся спорово-пыльцевые и диатомовые комплексы, свидетельствующие о близости остатков ископаемых растений к современной наземной и водной растительности Камчатки. Вместе с тем у нас нет никаких оснований считать, что в исследованных разрезах пропущены установленные в других районах земного шара палеомагнитные эпизоды Джарамилло, Гилса или Олдувей. Продолжительность полярных эпизодов по разным данным оценивается для Джарамилло в 0,12 или 0,05 млн. лет, а для Олдувей в 0,16 или 0,14 млн. лет (Ninkovich и др., 1966; Opdyke и др., 1966). На основании палеомагнитных исследований керн глубоководных осадков было высказано также мнение (Watkins, Goodell, 1967), что эпизод Джарамилло наиболее продолжительный из всех отмеченных для эпохи Магуяма.

Об относительной кратковременности зон  $R_a$  и  $N_6$  в разрезе крерукского комплекса по сравнению с более древней зоной в какой-то мере может говорить их меньшая мощность ( $R_a$ —150—400 м,  $N_6$ —290 м,  $R_6$ —600—800 м) при сходном соотношении эффузивных и эксплозивных пород в близко расположенных разрезах. Кроме того, об относительной кратковременности зоны  $N_6$  может говорить выклинивание на площади охваченных ею пород. Внутри толщи пород, объединенной в палеомагнитные зоны  $R_a$  и  $N_6$ , нет следов длительного перерыва, не встречено мощных горизонтов осадочных отложений. Относительно малая мощность пород зоны  $R_a$  характерна и для разреза тумрокского комплекса ( $N_a$ —до 600 м,  $R_a$ —40—150 м,  $N_6$ —500—600 м,  $R_6$ —700—800 м,  $N_b$ —100 м видимая) и разреза вулканогенно-осадочной толщи Рекин-никского района.

Конечно, приведенные выше соображения лишь предполагают о некотором соответствии мощности и продолжительности той или иной палеомагнитной зоны. На основании этого предположения можно считать, что зона  $R_a$  соответствует краткому отрезку времени (примерно 0,2 млн. лет) обратного положения магнитного поля Земли между последней инверсией и эпизодом Джарамилло, а зона  $N_6$ —этому эпизоду (0,12—0,05 млн. лет). Зона  $N_b$ , обнаруженная только в нижней части тумрокского разреза, в таком случае отвечает или эпизоду Гилса (1,6 млн. лет), или Олдувей (1,9 млн. лет). При подобной интерпретации палеомагнитного разреза крерукский и тумрокский комплексы и их аналоги будут синхронны формации ирвингтон Северной Америки. На Аляске им будут соответствовать морские отложения анвильской трансгрессии, возраст которой определяется интервалом времени примерно от 0,7 до 1,9 млн. лет (Hopkins, 1967). В том случае, если в изученных разрезах удалось выявить только эпизод Олдувей, крайний нижний предел возраста крерукского и тумрокского комплексов не может быть более 3,0 млн. лет.

Таким образом, при любой из предложенных интерпретаций палеомагнитной шкалы позднекайнозойских отложений Камчатки возраст крерукского и тумрокского комплексов верхнего горизонта вулканогенно-осадочной толщи р. Пустой и их стратиграфических аналогов не может считаться древнее верхнего плиоцена геохронологической шкалы Северной Америки (бланко, ирвингтон, берингийские и анвильские отложения) и Европы (виллафранк). На основании имеющихся сейчас материалов для позднекайнозойских отложений Камчатки наиболее вероятным кажется соответствие палеомагнитной зоны  $N_6$  эпизоду Джарамилло (Гептнер и др., 1966). Более определенно это может быть установлено только при выяснении абсолютного возраста изученных палеомагнитных зон.



На рис. 2 показано площадное распространение на изученной территории Срединного и Быстринского хребтов палеомагнитных зон различного знака. Анализ распространения палеомагнитных зон на площади позволяет установить некоторые особенности геологического строения района, а главное дает вполне объективный критерий для расчленения разрезов вулканогенных пород и определения возраста «немых» вулканогенных толщ. Так, например, в результате проведенных исследований, помимо выделения на площади толщ, образовавшихся после последней инверсии, т. е. возраст которых моложе 0,7 млн. лет, и расчленения нижележащих пород на ряд горизонтов, согласно их намагниченности, было подмечено изменение мощности пород, охваченных палеомагнитной зоной  $R_a$ , и удалось установить общее увеличение мощности крерукского комплекса в северном направлении. Все это представляет значительный интерес для выяснения истории вулканизма этого района. Следует отметить также, что широкое распространение пород различного генезиса и состава, охваченных мощной нижней зоной обратной намагниченности, подтверждает целесообразность выделения в этом районе такого стратиграфического подразделения, как крерукский комплекс вместо выделявшихся здесь ранее анавайской и алнейской серий.

Изложенное свидетельствует о несомненной целесообразности и большой ценности проведения палеомагнитных исследований и, в частности, палеомагнитного картирования в районах широкого распространения позднекайнозойских вулканогенных образований. В таких районах площадные палеомагнитные исследования могут быть рекомендованы в качестве одного из методов при составлении крупномасштабных геологических карт и, очевидно, должны проводиться одновременно с геологическим картированием.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Боярская Т. Д., Малаева Е. М. Развитие растительности Сибири и Дальнего Востока в четвертичном периоде. «Наука», 1967.
- Геология СССР. Камчатка, Курильские и Командорские о-ва, т. 31. «Недра», 1964.
- Гептнер А. Р., Лупикина Е. Г., Скиба Л. А. Раннеантропогенные отложения Западной Камчатки (Тигильский район).— Бюлл. Комиссии по изуч. четвертич. периода, АН СССР, 1966, № 31.
- Челебаева А. И. Вопросы стратиграфии континентального кайнозоя Камчатки. Л., «Наука», 1971.
- Челебаева А. И., Гептнер А. Р. О стратиграфическом объеме эрмановской свиты Камчатки.— Изв. АН СССР, серия геол., 1969, № 1.
- Челебаева А. И., Синельникова В. Н., Мчедlishvili П. А. Стратиграфическое положение и условия формирования корфской туфогенно-угленосной толщи.— В сб. «Стратиграфия вулканогенных формаций Камчатки». «Наука», 1966.
- Сох А., Dalrymple G. B. Statistical Analysis of Geomagnetic Reversal Data and the Precision of Potassium-Argon Dating.— J. Geophys. Res., 1967, v. 72, N 10.
- Dougall I. M., Wensink H. Paleomagnetism and Geochronology of the Pliocene-Pleistocene Lavas in Iceland.— Earth and Planet. Sci. Letters, 1966, v. 1, N 4.
- Hopkins D. M. The Cenozoic History of Beringia. A Synthesis The Bering Land Bridge. California, 1967.
- Ninkovich D., Opdyke N., Heezen B. C., Foster I. H. Paleomagnetic stratigraphy, rates of deposition and tephrochronology in North Pacific Deep-sea sediments.— Earth and Planet. Sci. Letters, 1966, v. 1, N 6.
- Opdyke N. D., Glass B., Hays J. D., Foster I. H. Paleomagnetic Study of Antarctic Deep-sea Cores.— Repr. Science, 1966, v. 154, N 3748.
- Watkins N. D., Goodell H. G. Confirmation of the reality of the Gilsa Geomagnetic Polarity Event.— Earth and Planet. Sci. Letters, 1967, v. 2, N 2.