

ГЕОФИЗИКА

Շ. Դ. ԱԿՕՓՅԱՆ

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ ЭФФУЗИВНЫХ ПОРОД АРМЯНСКОЙ ССР
И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПОЛЮСОВ ЗЕМЛИ В КАЙНОЗОЙСКУЮ ЭРУ

В геологическом строении Армении важную роль играют продукты эффузивного вулканизма, непрерывно проявлявшегося в течение всей истории ее геологического развития. Эффузивный вулканизм особенно ярко проявился в третичное и четвертичное время, в результате чего почти $2/3$ территории Армянской ССР покрыты различными лавами и вулканическими туфами, которые являются интереснейшим объектом для палеомагнитных исследований. Изучение намагниченности указанных пород дает возможность восстановить в общих чертах направление магнитного поля Земли в геологическом прошлом и произвести возрастное расчленение немых вулканогенных толщ [4, 2, 3, 5, 7].

В 1954—1958 гг. автор производил систематическое изучение намагниченности большого количества образцов эффузивных пород Армянской ССР и прилежащих частей Малого Кавказа в связи с их возрастом, минерало-петрографическим и химическим составами, а также в связи с проблемой обратной намагниченности и перемещением полюсов Земли в геологическом прошлом [1, 2, 3].

Исследованию подвергнуто около 750 ориентированных образцов, отобранных в различных районах Армянской ССР и прилежащих частей Малого Кавказа. Полевые и лабораторные исследования на стабильность образцов показали их пригодность для изучения палеомагнетизма. Измерение намагниченности производилось на магнитометре М-2 (по образцам грубой изометричной формы) и на астатическом магнитометре Долгинова (по образцам правильной формы—кубики с гранями 15 мм). Результаты исследования представлены в виде сводной таблицы намагниченности эффузивных пород (табл. 1), а также в виде круговых диаграмм (стереографической проекции векторов естественной остаточной намагниченности по Фишеру) и карты, на которой показано перемещение северного магнитного полюса в палеоген—антропогеновое время. Круговые диаграммы представляют собой стереографические (равноплощадные) проекции сферы. Если поместить в центре сферы начало вектора I_r , его направление однозначно определится точкой пересечения этого вектора с поверхностью сферы.

При проектировании сферы на плоскость экватора линии равных

Таблица 1

Намагниченность изверженных пород Армянской ССР и прилежащих частей Малого Кавказа

№№ п. п.	Название породы	Возраст	Колич. обр.	$\chi \cdot 10^3$ CGSM			$I_r \cdot 10^3$ CGSM			$Q (Q = I_r + I_h)$			D			J		
				ср.	макс.	мин.	ср.	макс.	мин.	ср.	макс.	мин.	ср.	макс.	мин.	ср.	макс.	мин.
				1	Дацинты, андезито-дациты, андезито-базальты (лава Е)	Верхне-четверт.	130	4,8	102	0,2	23,3	387	0,4	14,6	90	0,3	7,7	270
2	Дацитовые туфы	Четверт.	44	2,3	8,2	0,3	7,8	26	0,7	11	33	1,5	353	295	77	48	85	11
3	Андезито-базальты, базальты (лава D)	Средне-четверт.	182	3,1	51,4	0,1	11,5	151	0,4	9,6	47	0,4	3	275	90	44	90	0
4	Базальты, андезито-базальты, андезиты (лава А)	Нижне-четверт.	104	3,4	31,8	0,25	18,5	283	0,5	13,3	71	0,8	185	90	260	40	90	0
5	Базальты, андезито-базальты, андезиты, липариты, туфы, андезито-дациты, габбро-диориты и другие	Верхний плиоцен	147	3,4	29	0,2	18,7	223	0,4	12	69	0,6	182	90	270	44	90	0
6	Андезиты	Ср. плиоцен	20	1,3	6	0,2	6,7	15	0,5	17,1	100	0,8	3	276	90	37	90	0
7	Андезиты	Нижний плиоцен-верхн. миоцен	24	1,8	17	0,2	9,9	128	0,4	12,2	120	0,5	184	90	270	36	77	0
8	Порфириты, гранодиориты и др.	Верхн. эоцен	37	4,5	21	0,4	9,5	87	0,1	5,8	62	0,2	16	287	90	33	90	7
9	Порфириты, туфогенные породы	Ср. эоцен-палеоцен	33	2,4	8,3	0,25	2,5	32,5	0,15	3	17,8	0,1	30	265	90	40	90	10

склонений проектируются в радиусы, а линии равных наклонений — в концентрические окружности. Проекция векторов на нижнюю полу-сферу (с положительными I_r) обозначены точками, а на верхнюю полу-сферу (с отрицательными I_r) — кружками.

При рассмотрении стереограмм (фиг. 1, 2, 3 и 4) можно заметить, что векторы естественной остаточной намагниченности группируются преимущественно вокруг двух направлений: первого — близкого к современному направлению магнитного поля Земли, второго — противоположного этому полю. Однако, встречаются и промежуточные направления.

Как правило, каждое возрастное подразделение отличается своим, только ему присущим распределением направлений векторов естественной остаточной намагниченности.

Разбор фактического материала показывает, что наблюдается определенная связь между возрастом эффузивных пород и характером их намагниченности. Критерием для относительного возрастного расчленения служат следующие магнитные показатели: а) отношение остаточной намагниченности к индуцированной (Q), б) азимут вектора естественной остаточной намагниченности (D), в) угол наклона вектора естественной остаточной намагниченности к горизонтальной плоскости (J).

По этим показателям все эффузивы Армянской ССР, начиная от нижнего эоцена и кончая верхнечетвертными, подразделяются на две группы: а) нормально намагниченные породы, б) обратно намагниченные породы.

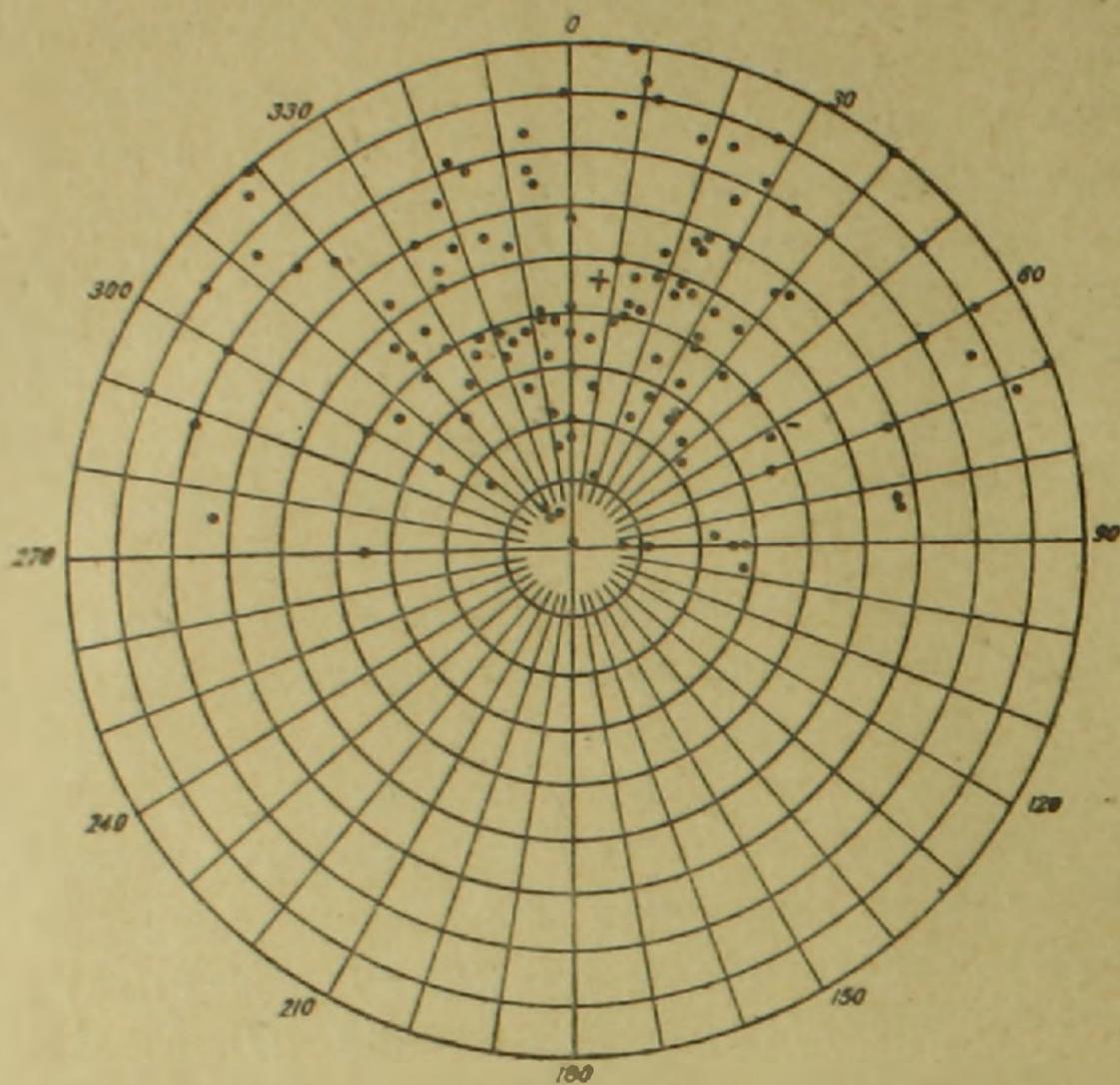
Для нормально намагниченных пород вектор I_r направлен сверху вниз (наклонение положительное), азимут вектора I_r находится либо в первой, либо в четвертой четверти (склонение меняется $0^\circ \pm 90^\circ$).

Для обратно намагниченных пород вектор I_r направлен снизу вверх (наклонение отрицательное), азимут вектора I_r находится либо во второй, либо в третьей четверти (склонение меняется $180^\circ \pm 90^\circ$).

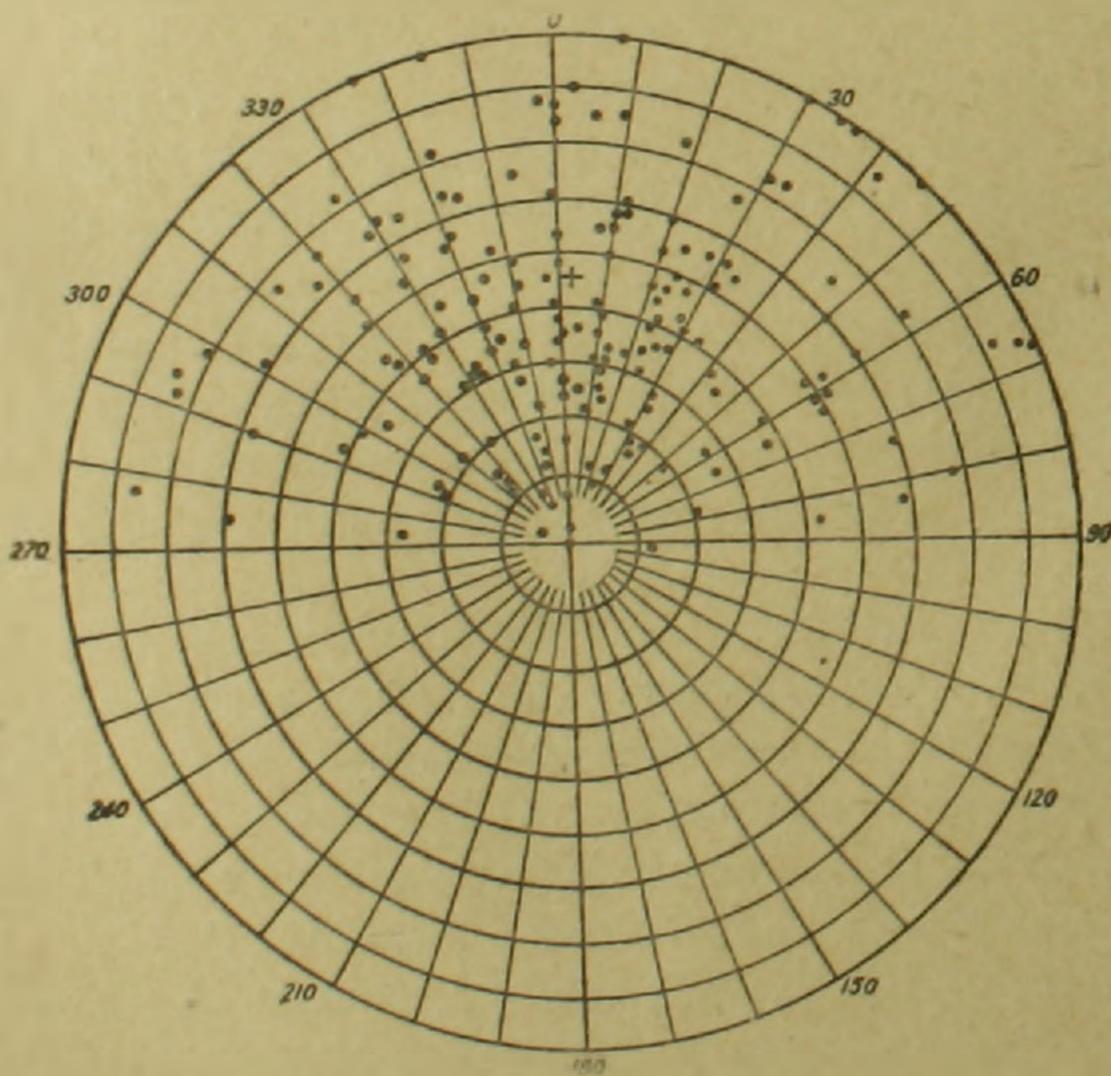
По стратиграфической колонке сверху вниз наблюдается следующая закономерность изменения остаточной намагниченности эффузивных пород.

1. Все образцы верхне-среднечетвертных лав (андезито-дациты, андезиты-базальты) и вулканических туфов показывают согласные между собой значения склонения и наклона вектора I_r (фиг. 1 и 2), их средние значения составляют: а) для верхнечетвертных лав $D = 8^\circ$, $J = 44^\circ$, $Q = 14,6$; б) для среднечетвертных лав $D = 3^\circ$, $J = 44^\circ$, $Q = 9,6$; в) вулканических туфов $D = 353^\circ$, $J = 48^\circ$, $Q = 11^\circ$ (современные значения магнитного склонения и наклона $D_0 = 5^\circ$, $J_0 = 58^\circ$).

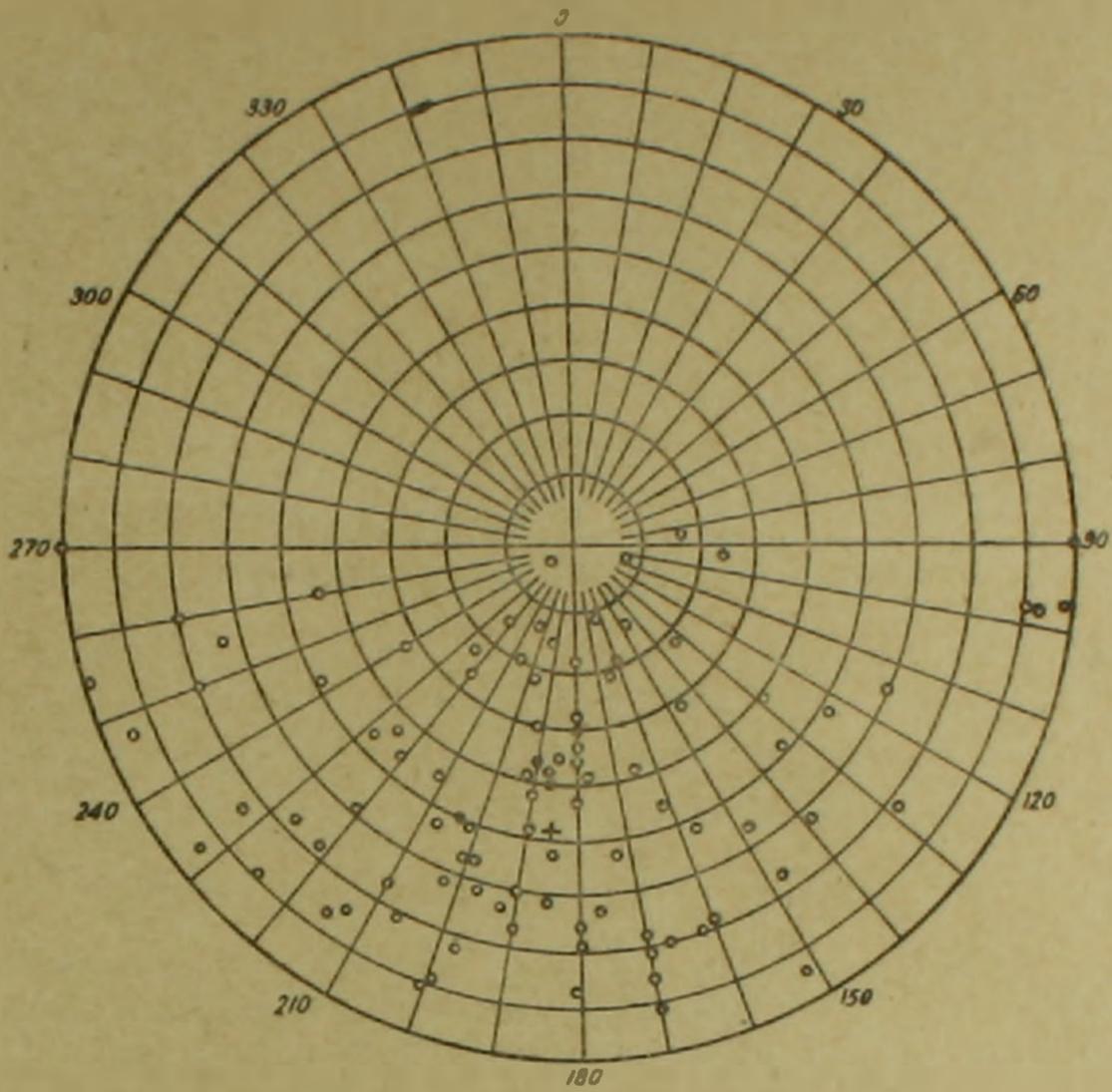
2. Нижнечетвертные и верхнеплиоценовые лавы (фиг. 3—4), в отличие от вышеупомянутых, характеризуются исключительно обратной намагниченностью, их средние значения составляют, а) для нижнечетвертных лав $D = 185^\circ$, $J = -40^\circ$, $Q = 13,3$, 2) для верхнеплиоценовых лав $D = 182^\circ$, $J = -43^\circ$, $Q = 12^\circ$.



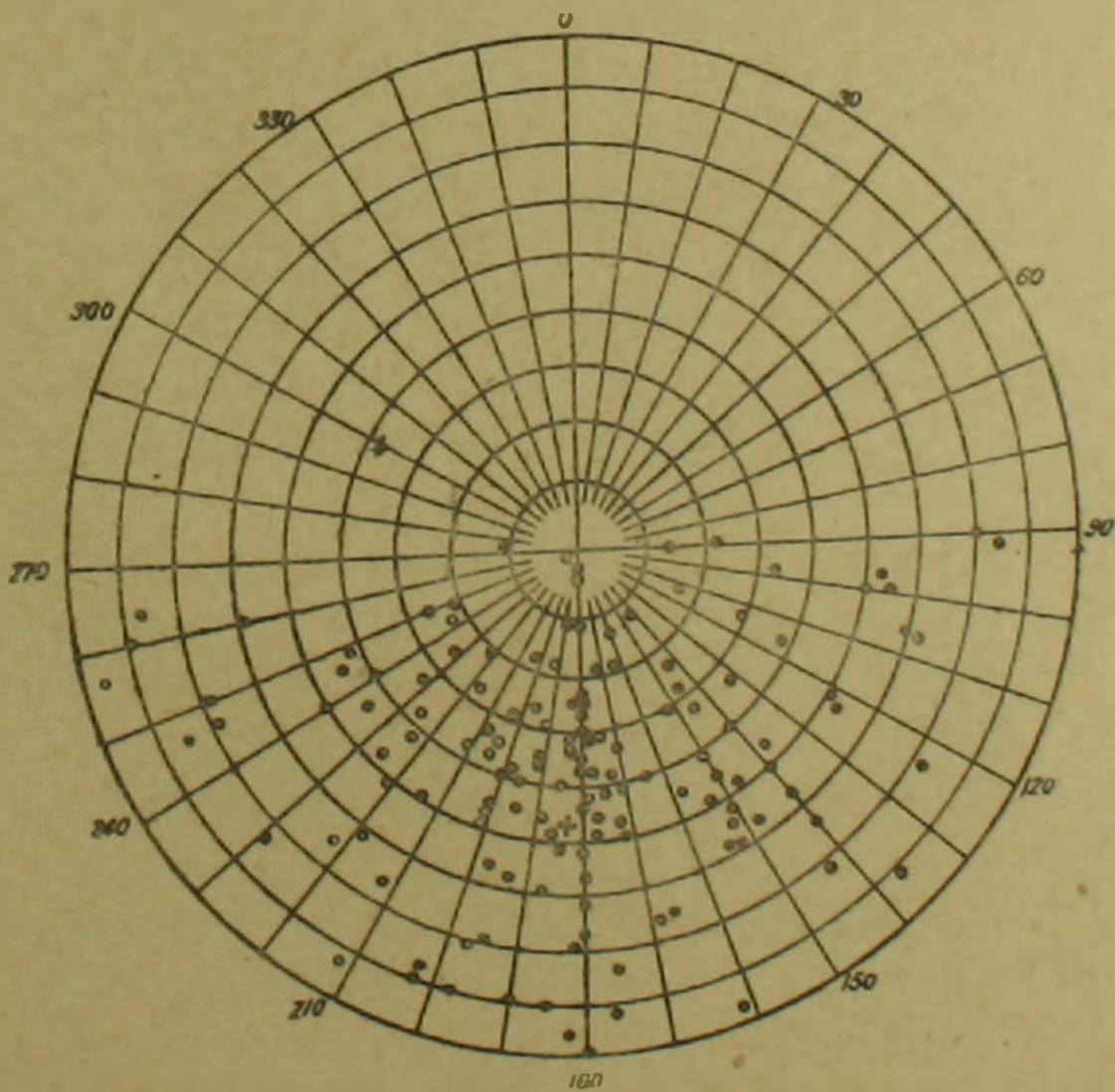
Фиг. 1. Направление естественной остаточной намагниченности верхнечетвертичных андезито-дацитовых лав, ● — направления I_n , спроектированные на нижнюю полу-сферу, + — среднее направление I_n



Фиг. 2. Направление естественной остаточной намагниченности среднечетвертичных андезито-базальтовых лав.



Фиг. 3. Направление естественной остаточной намагниченности нижнечетвертичных базальтовых лав, \circ — направления I_n , спроектированные на верхнюю полусферу, $+$ — среднее направление I_n .



Фиг. 4. Направление естественной остаточной намагниченности верхнеплиоценовых базальтовых и андезитобазальтовых лав.

3. Породы среднего плиоцена характеризуются нормальной намагниченностью ($D=3^\circ$, $J=38^\circ$, $Q=17$), а нижнего плиоцена—верхнего миоцена—обратной намагниченностью ($D=184^\circ$, $J=-36^\circ$, $Q=12,2$).

4. Вулканогенные образования верхнего и среднего эоцена характеризуются нормальной намагниченностью; их средние величины для порфиритов составляют $D=331^\circ$, $J=37^\circ$, $Q=4$, для туфогенных пород— $D=32^\circ$, $J=41^\circ$, $Q=3$.

Интрузивные породы (гранодиориты и кварцевые диориты) верхнего эоцена характеризуются нормальной намагниченностью ($D=6^\circ$, $J=33^\circ$, $Q=6,6$), а плиоцена—обратной намагниченностью ($D=182^\circ$, $J=-53^\circ$, $Q=12$).

5. В эффузивных породах нижнего эоцена и юры, судя по ограниченному количеству изученных нами образцов, наблюдаются как нормально, так и обратно намагниченные породы, что свидетельствует, по-видимому, об инверсиях магнитного поля Земли в указанные эпохи.

Таким образом, большой фактический материал по намагниченности эффузивных пород Армянской ССР показывает, что породы средне-верхнечетвертичного возраста намагничены нормально, верхнеплиоцен-нижнечетвертичного возраста—обратно, среднего плиоцена—нормально, нижнего плиоцена—верхнего миоцена—обратно, среднего-верхнего эоцена—нормально и т. д.

Такое чередование нормально и обратно намагниченных пород в пределах указанных возрастных подразделений с большой вероятностью нами связывается с ритмическими изменениями полярности магнитного поля Земли и местоположением геомагнитного полюса в данных эпохах. Вместе с изменением полярности магнитного поля и местоположения геомагнитного полюса Земли, менялось и направление намагниченности эффузивных пород. Следовательно, на основании среднего направления намагниченности горной породы того или иного возраста, можно судить о положении геомагнитного полюса в соответствующую эпоху [7].

Изверженные породы при своем образовании, как правило, намагничиваются по направлению земного магнитного поля этой эпохи. Полученная остаточная намагниченность при определенных условиях может сохраниться до наших дней, позволяя определить склонение и наклонение магнитного поля эпохи образования породы в данной местности.

По средним значениям склонения и наклонения можно определить координаты полюсов и воссоздать общую картину магнитного поля Земли в прошлые эпохи.

Составляя данные по палеомагнетизму изверженных пород Советской Армении с аналогичными данными, полученными другими исследователями в различных районах Земного шара, можно отметить, что средне-верхнечетвертичные лавы всюду намагничены нормально, а нижнечетвертичные—верхнеплиоценовые лавы в подавляющем боль-

шинстве случаев, характеризуются либо обратной намагниченностью, либо чередованием нормально и обратно намагниченных зон.

Так, например, в восточной Исландии Т. Эйнарсеном и Т. Сигургейрссеном [9] была изучена последовательность излияния кайнозойских лав общей мощностью 6 км, содержащих 30 чередующихся по знаку ориентировки групп покровов со средней мощностью каждой группы 200 м.

В Западной Исландии в серии мощностью 4,7 км выделено 8 горизонтов с нормальной и 7 горизонтов с обратной полярностью группы лав.

А. Н. Храмов [7] в осадочных отложениях Западной Туркмении выделил в среднем и верхнем плиоцене 14 чередующихся стратиграфически выдержанных зон с нормальной и обратной намагниченностью.

Н. Опдаик и С. Ранкорн [12] изучая магнетизм лав пяти различных по возрасту групп в северной Аризоне (США) пришли к заключению, что верхние три группы (возраст моложе 60000 лет) намагничены нормально, а значительная часть лавы нижних групп, залегающих на позднеплиоценовой поверхности выветривания, обнаруживает обратное намагничение.

Обратную ориентировку намагниченности наблюдали также М. Матуяма, Т. Нагата, С. Акимато [6, 11] и др. в нижнечетвертичных лавах Японии.

Т. Нагата, С. Акимато в четвертичных лавах вулкана Усами (Япония) выделяют три группы лав: самая ранняя группа андезитовых лав имеет нормальную полярность, следующая, относимая к нижнечетвертичному времени—обратную полярность и затем несколько последовательных групп лав средне-верхнечетвертичного возраста с нормальной полярностью.

И. Клегг, М. Олмонд и П. Стабс [8], изучив остаточный магнетизм некоторых осадочных пород в Британии пришли к заключению, что около половины образцов, относящихся к карбону—красные песчаники,—показывают обратную полярность. М. Рюттен и И. Бур [13] при изучении остаточного магнетизма в лавах Франции заметили, что лавы мио-плиоцена и плио-плейстоцена показывают обратную намагниченность.

Д. Хосперс и Х. Чарлсуэрт [10], изучив остаточное намагничение, так называемых, нижних базальтов (нижние горизонты серий платобазальтов) эоценового возраста Северной Ирландии установили, что все они намагничены в направлении противоположном современному магнитному полю Земли.

Исходя из палеомагнитных данных по эффузивам Армянской ССР нами вычислено местоположение северного полюса Земли в различные геологические эпохи (юра, палеоген, неоген, антропоген), в современных географических координатах (табл. 2).

Расчеты произведены по известным формулам сферической тригонометрии:

Таблица 2

Местонахождение Северного полюса по данным палеомагнитных исследований в Армянской ССР

Название породы	Возраст	Координаты места взятия образцов (средн.)		Кол-во образ.	Среднее направл. намагничивания в породе		Геомагнит- ная широта	Координаты полюса в прошлом	
		λ_0	φ_0		D	J		λ_p	φ_p
1 Вулканические туфы	Голоцен	44°20'	40°15'	44	353°	48°	27°	107° зл	77°10' сш
2 Андезито-дациты	"	45°05'	40°00'	130	8°	44°	26°	163° зл	74°40' сш
3 Андезито-базальты	Рисс-вюрм	45°03'	40°00'	176	3°	44°	26°	146° зл	75°40' сш
4 Базальты, андезито-базальты .	Гюнц	45°40'	40°00'	104	185°	-40°	-23°	147° вл	-68°40' юш
5 Андезито-базальты, андезиты	Верх. плиоцен	44°30'	40°35'	150	182°	-43°	-25°	142° вл	-74°20' юш
6 Андезиты	Н. плиоцен — в. миоцен	44°45'	40°10'	24	184°	-36°	-20°	146°25' вл	-70°20' юш
7 Андезиты	Ср. плиоцен	46°00'	39°30'	20	3°	38°	21°20'	143° зл	72°00' сш
8 Гранодиориты, кварц. диориты	В. эоцен	44°30'	40°40'	30	16°	37°	20°40'	175° зл	66° сш
9 Порфириты, туфогенные породы	Ср. эоцен-палеоцен	44°35'	40°50'	40	30°	39°	22°	162° вл	58°30' сш
10 Порфириты	Верхн. юра	46°10'	39°10'	4	61°	58°	38°40'	155° вл	42°30' сш
11 Порфириты	Ср. юра	46°10'	39°10'	2	43°	53°	33°30'	137° вл	56° сш
12 Порфириты	Н. юра	46°10'	39°10'	1	43°	71°	55°30'	179° зл	57°15' сш
13 Метаморфические сланцы . . .	Ниж. палеозой-до- кембрий	40°30'	40°40'	1	42°	17°	9°	163° вл	41°20' сш

Таблица 3

Местоположение Северного полюса по данным палеомагнитных исследований в СССР*

По А. Н. Храмову						По А. Г. Комарову					
Возраст	Район исследования	Элементы земного магнитн. поля		Координаты Северного полюса в прошлом		Возраст	название породы и место взятия	Среднее направление естественного остаточного намагничивания		Координаты Северного полюса в прошлом	
		D	J	φ	λ			D	J	φ	λ
Четвертичный (бакинский век)	Западная Туркмения	11°	54°	81° сш	168° вд	Триас	Трапы Восточной Сиб. Кварцевые диориты Полярного Урала	179°	87°	59° сш	114° вд
Верхний плиоцен		-1°	42°	75° сш	238°	Силур-девон					
Среди. плиоцен		13°	37°	69° сш	198°						
Н. олигоцен-палеоцен		34°	44°	60° сш	158° вд						
Н. мел-ср. юра		30°	40°	60° сш	167° вд						
В. перм. и триас (татарск. и ветлужский)	Русская платформа	38°	57°			Силур	Перидодиты Полярного Урала				
Верх. перм. (уфимский и казанский)		211°	-38°	52° сш	176° вд						
		221°	-40°	45° сш	178° вд						
Н. ордовик		38°	41°								
		211°	-35°	42° сш	169° вд			98°	38°	16° сш	140° вд

* Данные заимствованы из работы А. Н. Храмова „Палеомагнитная корреляция осадочных толщ“ и А. Г. Комарова „Остаточное намагничивание горных пород и их возраст“.

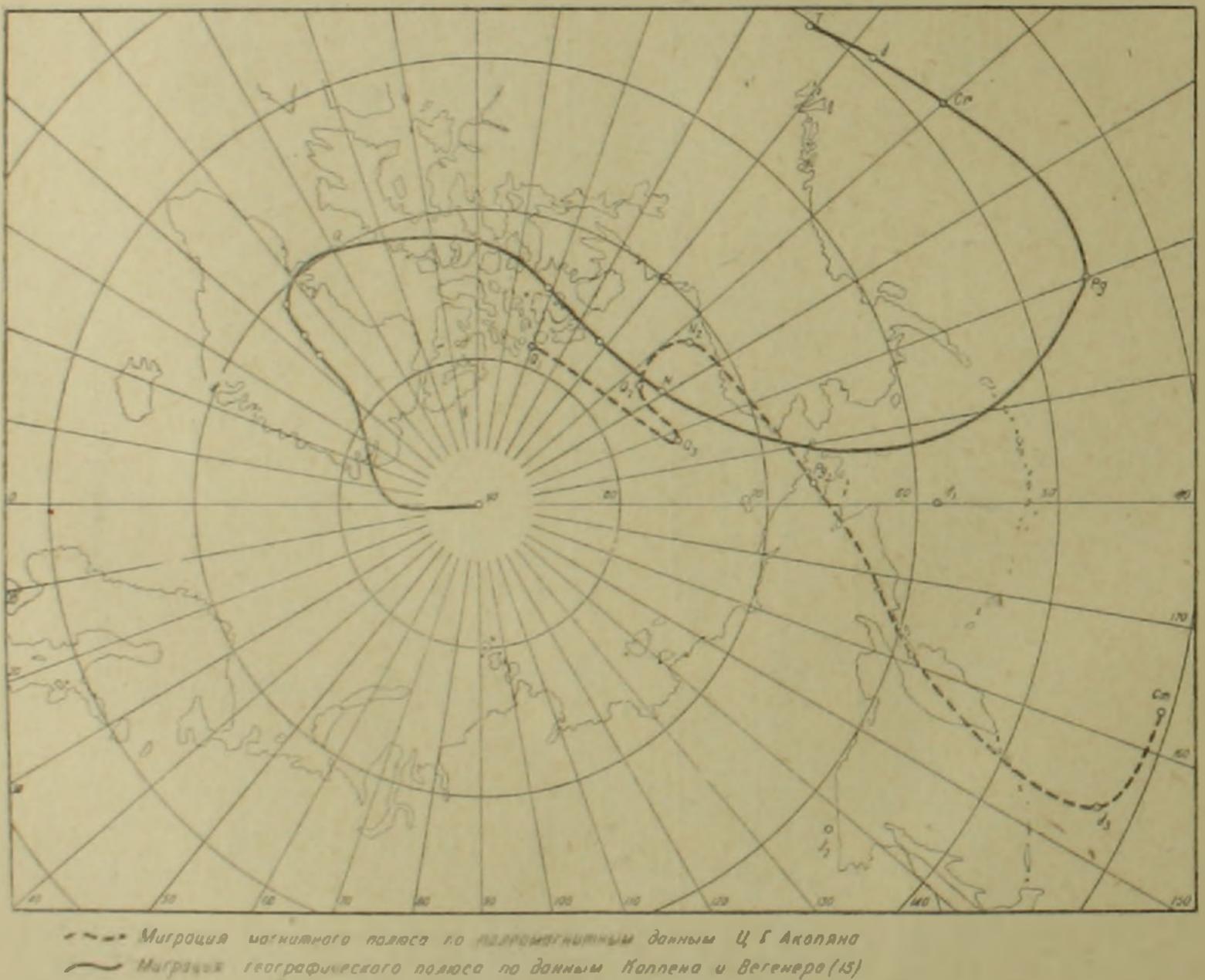
$$\sin \varphi_p = \sin \varphi_0 \sin \varphi + \cos \varphi_0 \cos \varphi \cos D$$

$$\sin (\lambda_p - \lambda_0) = \frac{\cos \varphi \sin D}{\cos \varphi_p}$$

где φ_0 и λ_0 — координаты места взятия образцов, φ_p , λ_p — координаты Северного полюса в прошлом, φ — геомагнитная широта, соответствующая среднему направлению намагниченности в породе, вычисленная по формуле $t_g \varphi = \frac{1}{2} t_g J$ (здесь D, J — склонение и наклонение, соответствующее среднему направлению намагниченности в породах).

Полученные данные свидетельствуют о существенном перемещении полюсов, начиная с юры и кончая верхнечетвертичным временем,

СХЕМА ДВИЖЕНИЯ СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА ЗЕМЛИ



Фиг. 5. Схема миграции Северного полюса Земли по данным палеомагнитных исследований в Армении.

и следующим образом: в юре Северный полюс находился в умеренных широтах Восточной Сибири, в палеогене он значительно переместился на северо-восток и находился в районе Чукотского полуострова, в неогене полюс переместился далее на северо-запад к берегам Северного Ледовитого океана, в пределах которого и оставался в конце неогена и в антропогене. Сказанное достаточно отчетливо представлено на фиг. 5.

Данные по палеомагнетизму эффузивных пород Армении показывают, что магнитное поле Земли в кайнозойскую эру трижды меняло свою полярность, а именно: в начале третичного периода, в конце миоцена—в начале плиоцена и в верхнем плиоцене—постплиоцене. Такое чередование нормально и обратно намагниченных пород, обусловленное ритмичными изменениями магнитного поля Земли, наблюдается как в меловых и третичных отложениях Западной Туркмении, так и в лавах Франции, Исландии, Японии, Северной Ирландии, США и в других районах земного шара. Следовательно, отмеченная закономерность имеет не локальный, а регионально-планетарный характер.

Из сравнения данных, приведенных в таблицах 2 и 3 вытекает, что положение Северного полюса в третичное и четвертичное время, вычисленное нами по эффузивам Армении, довольно близко совпадает с аналогичными данными, полученными А. Н. Храмовым по осадочным отложениям Западной Туркмении. Это обстоятельство служит подтверждением тому, что палеомагнитные данные, полученные на удаленных друг от друга районах, могут быть с успехом использованы для суждения об изменениях магнитного поля Земли в прошлые геологические эпохи.

Так как каждое возрастное подразделение пород характеризуется только присущим ему распределением направлений векторов естественной остаточной намагниченности, то появляется возможность решения обратной задачи, т. е. определения возраста пород по направлению естественной остаточной намагниченности. Критерием возрастного подразделения служит как постепенное изменение склонения и наклона вектора I_r , вызванное миграцией магнитных полюсов по поверхности Земли, так и изменение полярности связанное с инверсией магнитного поля Земли в соответствующие эпохи.

Институт геологических наук

АН Армянской ССР

Поступила 14.11.1959.

Յ. Գ. ՀԱԿՈՐՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԷՅՈՒԶԻՎ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՀՆԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ
ԵՎ ԿԱՅՆՈՉՈՅԱՆ ԷՐԱՅՈՒՄ ԵՐԿՐԱԳՆԳԻ ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ
ԲԵՎԵՈՆԵՐԻ ՏԵՂԱՇԱՐԺՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Երրորդական և չորրորդական հասակի էֆուզիվ ապարների վրա կատարած էքսպերիմենտայլ ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ նրանք օժտված են մնացորդային մեծ մագնիսականությունով և իրենց ընդհանրապես են հրկրազնդի հնամագնիսականությունը ուսումնասիր-

րելու տեսակետից բավական հետաքրքիր առարկա: Մասնավորապես չափելով էֆուզիվ ապարների մնացորդային մագնիսականութւան վեկտորի մեծութիւնը և ուղղութիւնը կարելի է ընդհանուր զօնրով գաղափար կազմել (վերականգնել) երկրագնդի մագնիսական դաշտի ուղղութիւնը երկրաբանական անցյալ ժամանակաշրջաններում, ինչպես նաև կատարել հրաբխային ապարների հասակային ստորաբաժանումներ:

Հողվածում ցույց է տրվում, որ կալնոզոյան հասակին պատկանող բոլոր էֆուզիվ ապարները սկսած միջին էոցենից և վերջացրած վերին չորրորդականով, ըստ իրենց մագնիսականութւան բնույթի, բաժանվում են երկու մեծ խմբի՝ 1. նորմալ մագնիսացած ապարներ, 2. հակադարձ մագնիսացած ապարներ:

Նորմալ մագնիսացածի շարքին են դասվում էոցենի հասակի էֆուզիվ և ինտրուզիվ ապարները, միջին պլիոցենի անդեզիտները, միջին և վերին չորրորդական հասակի անդեզիտա-բազալտային լավաները և չորրորդական հրաբխային տուֆերը:

Հակադարձ մագնիսացած ապարների շարքին են դասվում վերին միոցեն—ստորին պլիոցենի հասակի ինտրուզիվ և էֆուզիվ ապարները, վերին պլիոցենի դոլերիտային բազալտները և այլ էֆուզիվ ապարներ, ինչպես նաև ստորին չորրորդական հասակի անդեզիտա-բազալտային լավաները:

Նորմալ և հակադարձ մագնիսացած ապարների հաջորդական փոփոխութիւնները նշված հասակային ստորաբաժանումներում հավանաբար կապված է հիշյալ ժամանակաշրջաններում երկրագնդի մագնիսական դաշտի բեկումնայնութւան սիստեմի փոփոխութիւնների և բեկոների տեղաշարժման հետ: Ելնելով Հայաստանի էֆուզիվ ապարների հնամագնիսականութւան մասին ստացած տվյալներից, հեղինակը հաշվել է երկրաբանական տարբեր ժամանակաշրջանների (պալեոգեն, նեոգեն, անտրոպոգեն) համար երկրագնդի մագնիսական դաշտի հյուսիսային բեկոի դիրքը:

Ստացված տվյալները ցույց են տալիս, որ երկրագնդի մագնիսական դաշտը պալեոգենից սկսած մինչև մեր օրերը երկրագնդի մակերևութի վրա զգալի չափով փոխել է իրեն դիրքը: Այսպես, մագնիսական հյուսիսային բեկոնը պալեոգենում գտնվելիս է եղել Չուկոտյան թերակղզու շրջակայքում, նեոգենում այն տեղաշարժվել է դեպի հյուսիս-արևմուտք և մոտեցել է հյուսիսային Սառուցյալ օվկիանոսի ափերին, որի սահմաններում էլ այն մնացել է նեոգենի վերջում և ամբողջ չորրորդական ժամանակաշրջանում:

Հայաստանի էֆուզիվ ապարների հնամագնիսականութւան մասին ըստ ստացված տվյալները ցույց են տալիս, որ երկրագնդի մագնիսական դաշտը կալնոզոյան էրալում ամենաքիչը երկու անգամ փոխել է իրեն բեկումնութիւնը՝ վերին միոցեն—ստորին պլիոցեն և վերին պլիոցեն ստորին չորրորդական ժամանակաշրջաններում:

Հողվածի վերջում հնամագնիսականութւան վերաբերյալ ստացած տվյալները հեղինակը համեմատում է երկրագնդի տարբեր մասերում ուրիշ ուսումնասիրողների կողմից ստացված նույնանման տվյալների հետ և անում մի քանի եզրակացութիւններ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Акопян Ц. Г. Об остаточной намагниченности эффузивных горных пород Армении. ДАН АрмССР, т. 24, № 5, 1957.
2. Акопян Ц. Г. О палеомагнетизме изверженных горных пород Армении. Изв. АН СССР, серия геофизическая, № 8, 1958.
3. Акопян Ц. Г. Опыт стратиграфической корреляции новейших вулканогенных образований Центральной Армении методом магниторазведки. ДАН АрмССР, т. XXVII, № 1, 1958.
4. Комаров А. Г. Остаточное намагничение горных пород и их возраст (палеомагнетизм и движение полюсов). Изв. АН СССР, серия геологическая, № 10, 1957.
5. Кропоткин П. Н. Значение палеомагнетизма для стратиграфии и геотектоники. Бюллетень М. о-ва исп. природы, отд. геологии, т. XXXIII (4), 1953.
6. Нагата Т. Магнетизм горных пород. Изд-во иностран. литературы, 1956.
7. Храмов А. Н. Палеомагнитная корреляция осадочных толщ. Гостехиздат, 1958.
8. Clegg J. A., Almond Mary, Stubbs P. H. S. The remanent magnetization of some sedimentary rocks in Britain. *Philosoph. Magaz.*, v. 45, 583--588, 1954.
9. Einarsson. T. Magneto-geological mapping in Iseland with the use of a compass. *Advanc. Physics*, Vol. 6, № 22, 1957.
10. Hospers J., Charlesworth H. A. K., The natural permanent magnetization of the Lower Basalts of Northern Ireland. *Monthly Notices of Royal Astro. Soc, Geophysical supplement*, v. 7, № 1, 32, 1954.
11. Nagata T., Akimoto S., Uyeda S., Shimizu Y. Palaeomagnetic study on a quarternary volcanic region in Japan. *Advanc. Physics*, Vol. 6, № 23, 1957.
12. Opdyke N. D. a. Runcorn S. K. New evidence for reversial of the geomagnetic field near the Pliocene-Pleistocene boundary. *Science*, Vol. 123, № 3208, 1956.
13. Rutten M, G. den Boer J. C. Inversion de l'alimentation dans les basaltes du Coiron (Ardeche). *Compte Rendu Sommaire des sceances Societe geologique de France*, № 5, 1954.