

УДК 551.4.012 : 550.38 (517.3)

Н. А. КОРИНА, М. А. ПЕВЗНЕР, В. П. ЧИЧАГОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ПАЛЕОМАГНИТНОГО МЕТОДА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ИСТОРИИ ДОЛИН СЕВЕРНОЙ МОНГОЛИИ

Излагаются результаты применения палеомагнитного метода для датирования этапов развития речной сети Северной Монголии. Определен возраст двух генераций плиоценового погребенного рельефа: глубоко расчлененного, который прослеживается по подошве красноцветных отложений плиоцена, и древнейших врезов в долине Селенги и ее притоков, заполненных базальтами. Достаточно широкое применение метода даст возможность межрегиональных корреляций этапов развития долин.

Методической основой применения палеомагнитного метода в геоморфологии, так же как и в статиграфии, является возможность легкого отграничения, по палеомагнитным данным, отложений плиоцена и плейстоцена, граница которых, принятая для СССР, совпадает с началом последней эпохи прямой полярности Брюнес (0,69 млн. лет), а также возможность привязки отложений с различным направлением намагниченности к эпохам магнитостратиграфической шкалы, имеющей для последних 4,5 млн. лет абсолютные датировки (Сох, 1969).

При геоморфологических исследованиях объектом палеомагнитного анализа должны быть отложения, имеющие значение маркирующего горизонта и фиксирующие какой-то определенный этап развития рельефа. При исследовании истории развития долин Северной Монголии палеомагнитный метод был применен для датировки этапов развития речной сети. Решались две задачи: 1) уточнение времени формирования древнего погребенного эрозионного рельефа, который прослеживается по подошве красноцветных отложений плиоцена; 2) установление возраста долин Северного Хангая по древнейшим образованиям этих долин — долинным базальтам. Объектом палеомагнитных исследований были, в первом случае, красноцветные глины, во втором — базальты.

Палеомагнитное изучение красноцветных отложений плиоцена и возраст погребенного расчлененного рельефа («докрасноцветных» врезов).

В Северной Монголии широко распространены красноцветные отложения среднего-верхнего плиоцена. Они приурочены к долинам и впадинам, падам и балкам, расчленяющим низкогорные хребты. Этот древний рельеф контролирует распределение фаций и мощностей красноцветных отложений. Денудационная поверхность впадин имеет сравнительно маломощный покров (3—12 м) пролювиальных и пролювиально-делювиальных щебнисто-глинистых красноцветных отложений (впадины Замарская, Орхоно-Селенгинская). В днищах мелких падей и в долинах рек красноцветы имеют большую мощность и залегают в погребенных эрозионных врезам глубиной от 30—40 до 100 м. Древние долины, которые прослеживаются по подошве красноцветных отложений, выявлены в падах, прорезающих склоны хребтов Замар-Нуру и Аргал-Нуру, обрамляющих Замарскую впадину, на междуречье Орхона и Хары у г. Дархан, в Мандальской впадине и др. (по материалам П. И. Пастухова, В. И. Попова, Г. И. Хубульдикова и др., а также по данным бурения Ленгипроводхоза).

Широкое распространение красноцветных отложений позволило проследить, что древний «докрасноцветный» рельеф почти полностью наследуется современной долинно-балочной сетью. Во многих впадинах (Замарской, Орхоно-Селенгинской) современный рельеф наследует не только плановое расположение древних эрозионных форм, но современные ровные поверхности педиментов повторяют рельеф древней плиоценовой поверхности, прослеженной по подошве красноцветных отложений. Возраст красноцветов Северной Монголии определяется как средне-верхне-плиоценовый на основании находки фауны млекопитающих у пос. Шамар на Орхоне. Комплексное применение палеомагнитного и фаунистического методов позволило определить точное положение красноцветных отложений в палеомагнитной шкале (Зажигин и др., 1973) и тем самым точно установить верхний возрастной предел погребенного под красноцветами рельефа.

Красноцветные отложения были детально изучены в разрезах в нижнем течении Орхона и Селенги в пределах МНР. В этих разрезах представлены следующие горизонты плиоцена (от более древних к молодым): 1 — озерные и аллювиальные отложения Орхоно-Селенгинской впадины (разрез Дзун-Бурин II); 2 — нижний горизонт красноцветов — интенсивно окрашенные красно-бурые и буро-красные щебнистые глины, с единичной находкой фауны *Hipparion* sp. (разрез Дзун-Бурин I, нижняя часть разреза Бурал-Обо); 3 — верхний горизонт красноцветов — красновато-бурые глины и алевриты, с богатой фауной млекопитающих: *Hipparion* cf. *houfenense* Teilhard et Young, *Hipparion* sp., *Rhinocerotidae* gen.?, *Cervidae* gen.?, *Gazella* cf. *sinensis* Teilhard et Piveteau, *Beremendia* sp., *Hipolagus* sp., *Ochotonoides* sp., *Micromys* sp., *Mimomys* ex gr. *coelodus* Kretzoi, *Villanyia* ex gr. *chinensis* (Kormos), *Synaptomys* sp., *Prosiphneus* sp., *Nyctereutes* sp. (Зажигин и др., 1973) — разрез Шамар, средняя часть разреза Бурал-Обо; 4 — лессовидные суглинки и алевриты с прослоями погребенных почв, с фауной грызунов: *Beremendia* sp., *Villanyia* cf. *sinensis* (Kormos) — верхняя часть разреза Бурал-Обо. Как видно на схеме (рис. 1), возраст этих горизонтов по фаунистическим данным определяется в довольно широких интервалах.

Для уточнения возраста были проведены палеомагнитные исследования всех перечисленных разрезов. Отбор образцов производился в два этапа. В 1971 г. были взяты образцы с интервалом 0,3—1 м, после лабораторных исследований для некоторых горизонтов оказалось необходимым произвести более детальный отбор образцов. В 1972 г. из этих горизонтов были дополнительно отобраны пробы с интервалом 0,1 м. Положение образцов в разрезе показано на рис. 1.

При лабораторных исследованиях проверялась способность образцов приобретать вязкую намагниченность в поле лаборатории, проводилось исследование образцов в переменном магнитном поле (для небольшого количества образцов — снятие полных кривых размагничивания) и термочистка всех образцов при температуре 200—250° С.

Величина естественной остаточной намагниченности (I_n) образцов колеблется от $3 \cdot 10^{-7}$ до $600 \cdot 10^{-7}$ СГС. Слабомагнитными являются образцы озерных отложений разреза Дзун-Бурин II (от $3 \cdot 10^{-7}$ до $50 \cdot 10^{-7}$ СГС); наиболее магнитными — образцы из нижнего горизонта красноцветов разреза Дзун-Бурин I и нижней части разреза Бурал-Обо ($260 \cdot 10^{-7}$ — $600 \cdot 10^{-7}$ СГС). Для остальной части коллекции значение I_n составляет от $80 \cdot 10^{-7}$ до $360 \cdot 10^{-7}$ СГС.

Величина вязкой намагниченности, возникающей в лаборатории за полтора месяца, составляла 10—70% от стабильной части I_n .

Чистка в переменном магнитном поле оказалась мало эффективной из-за сильного подмагничивания образцов уже в полях 200—400 э. Поэтому для образцов всей коллекции была применена термочистка. Вторичная компонента намагниченности, которая разрушалась при термо-

ноцветов в разрезе Бурал-Обо (средний горизонт этого разреза), который соответствует границе палеомагнитных зон Гаусс-Матуяма, т. е. 2,4 млн. лет (Зажигин и др., 1973).

Эта датировка точно определяет верхний возрастной предел формирования погребенного расчлененного рельефа Северной Монголии («до-красноцветных» врезов) как 2,4 млн. лет.

Палеомагнитное изучение кайнозойских долинных базальтов и возраст долин Северного Хангая.

Кайнозойские базальты в долинах Северного Хангая образуют систему разновозрастных уровней, от плиоценовых до голоценовых. В долине р. Чулутын-гол, где долинные базальты представлены наиболее полно, имеется пять генераций базальтов, три из которых относятся к плиоцену. Базальты наиболее древних генераций являются древнейшими образованиями долин. От их датировки зависит определение возраста долин. Последние исследования базальтов Хангая определяют возраст древнейших генераций долинных базальтов как эоплейстоценовый (Кожеников, и др., 1970). Е. В. Девяткин, И. Г. Лискун, М. А. Певзнер, Д. Бадамгарав (1973) на основании палеомагнитных исследований древнейшие долинные базальты Чулутын-гола, Хануй-гола, Орхона признают плиоценовыми и сопоставляют с эпохой Матуяма, хотя оговаривают возможность снижения их возраста.

Результаты палеомагнитных исследований базальтов в долинах Северного Хангая и сравнение их с палеомагнитными данными по красноцветным отложениям позволило установить большую древность базальтов и прийти к выводу о значительной древности заложения долин Северного Хангая.

Все изученные базальты представлены достаточно мощными толщами (от 20—30 до 250—300 м), построенными из серии потоков мощностью 1—20 м. Для палеомагнитных исследований отбирались образцы из всех потоков изучаемого разреза, по 3—4 образца из потока. Всего было отобрано 140 образцов из 44 потоков. Лабораторные исследования проводились по стандартной методике. Величина естественной остаточной намагниченности I_n базальтов колеблется от $0,9 \cdot 10^{-3}$ до $20 \cdot 10^{-3}$ СГС, преобладают образцы с величиной I_n от $0,9 \cdot 10^{-3}$ до $10 \cdot 10^{-3}$ СГС. Несмотря на то, что вязкая намагниченность, возникающая в лаборатории за две недели, для большинства образцов не превышала 5% I_n , многие образцы коллекции (больше 50%) были перемагничены в направлении современного магнитного поля. Эта вторичная намагниченность разрушалась переменным магнитным полем с амплитудой 200—400 э. Поэтому магнитная чистка проводилась практически для всех образцов коллекции.

Базальты были детально изучены на пяти ключевых участках: 1) в долине Селенги у впадения руч. Алтатуин-гол, 2) в долине Селенги у впадения р. Хануй-гол, 3) в долине нижнего течения р. Хануй-гол, 4) в долине р. Чулутын-гол у впадения руч. Чингистуин-гол, 5) в долине р. Чулутын-гол у впадения руч. Тагий-Горихи (рис. 2).

Приводим характеристики базальтов по ключевым участкам.

1) *Базальты долины Селенги у впадения руч. Алтатуин-гол.* Выделено две генерации плиоценовых базальтов, образующих два уровня: 150—200 и 80—120 м (рис. 3). Базальты первой генерации — обратномагнитные. Базальты второй генерации — обратномагнитные, с потоком прямомагнитных в основании толщи.

2) *Базальты долины Селенги у впадения р. Хануй-гол.* Имеется одна генерация плиоценовых базальтов. Базальтовый поток выходит из долины Хануй-гола в долину Селенги и «растекается» по ней, образуя покров значительной мощности. Высота его над поймой Селенги — 20—60 м. Базальты обратномагнитные.

3) *Базальты нижнего течения р. Хануй-гол.* Развита одна генерация плиоценовых базальтов. Поток базальтов относительной высотой 35—

50 м заполняет долину Хануй-гола. Базальты ложатся на неровную поверхность коренных пород и имеют изменчивую мощность. В основании базальтовой толщи у впадения руч. Балга-гол обнаружен прослой аллювиальных галечников. На поверхности базальтов на левом берегу Хануй-гола лежат красноцветные щебнистые глины плиоцена мощностью около 6 м. В долине Хануй-гола развита терраса высотой 100 м, местами с остатками маломощного аллювия. Палеомагнитные исследования базальтов показали их обратную намагниченность.

4) *Базальты долины р. Чулутын-гол у впадения руч. Чингистуин-гол.* Выделяются две генерации плиоценовых базальтов и одна плейстоценовых (рис. 4). Плиоценовые базальты занимают значительную площадь

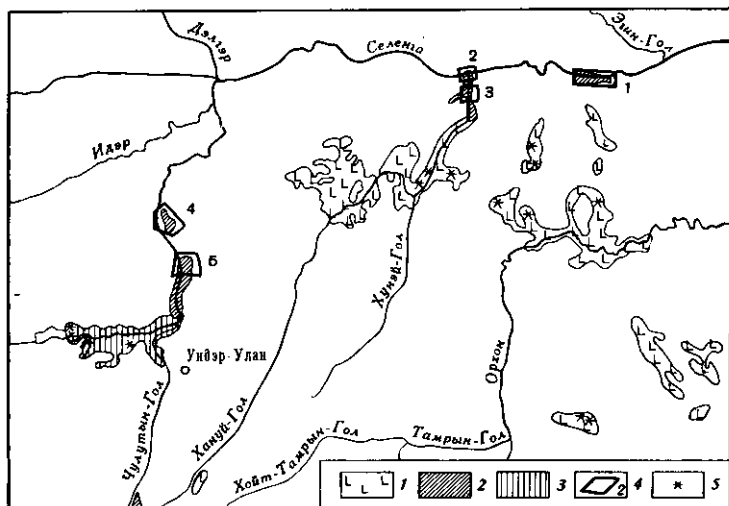


Рис. 2. Схема расположения ключевых участков
1 — кайнозойские базальты; 2 — плиоценовые базальты; 3 — плейстоценовые базальты; 4 — контуры и номера ключевых участков; 5 — конусы древних вулканов

на правом берегу р. Чулутын-гол и вдоль долины руч. Чингистуин-гол. Поверхность базальтов имеет высоту от 100 до 200—250 м над урезом. Базальты ложатся на неровную глубоко расчлененную поверхность гранитов и осадочно-метаморфических пород палеозоя. В нижней части и в основании базальтовой толщи обнаружены прослой аллювиальных отложений мощностью от 1 до 6 м. Плейстоценовые базальты образуют неширокую полосу вдоль реки. Палеомагнитные исследования показали, что основная толща плиоценовых базальтов имеет прямую намагниченность. В нижней их части лежит поток обратномагнитных базальтов, который выделен как самостоятельная генерация, так как он отделен прослоем песчано-галечного аллювия и имеет иное направление намагниченности, чем вышележащие базальты. Плейстоценовые базальты имеют прямую намагниченность.

5) *Базальты долины р. Чулутын-гол у впадения руч. Тагий-Горихи.* Базальты здесь представлены наиболее полно. Имеется пять генераций базальтов: три плиоценовые и две плейстоценовые. Плиоценовые базальты образуют обширные покровы по правому и левому берегам Чулутын-гола. Мощность базальтов от 20—30 до 250—300 м. Базальты ложатся на расчлененную поверхность пород палеозоя, подошва их местами опущена ниже уреза Чулутын-гола, местами поднимается на 40—50 м выше уреза, а в периферических частях базальтовых покровов — на 150—200 м выше уреза. В основании базальтов правого берега Чулутын-гола описаны прослой песчано-галечного аллювия. К базальтам, образующим

в долине уровни 250—300 м, прислонены аллювиальные и аллювиально-пролювиальные отложения 90-метровой террасы Чулутын-гола. В толще террасы имеется поток базальтов мощностью 16 м. Плейстоценовые базальты образуют два низких уровня вдоль современного русла Чулутын-гола. Оба они по отношению к 90-метровой террасе являются вложенными.

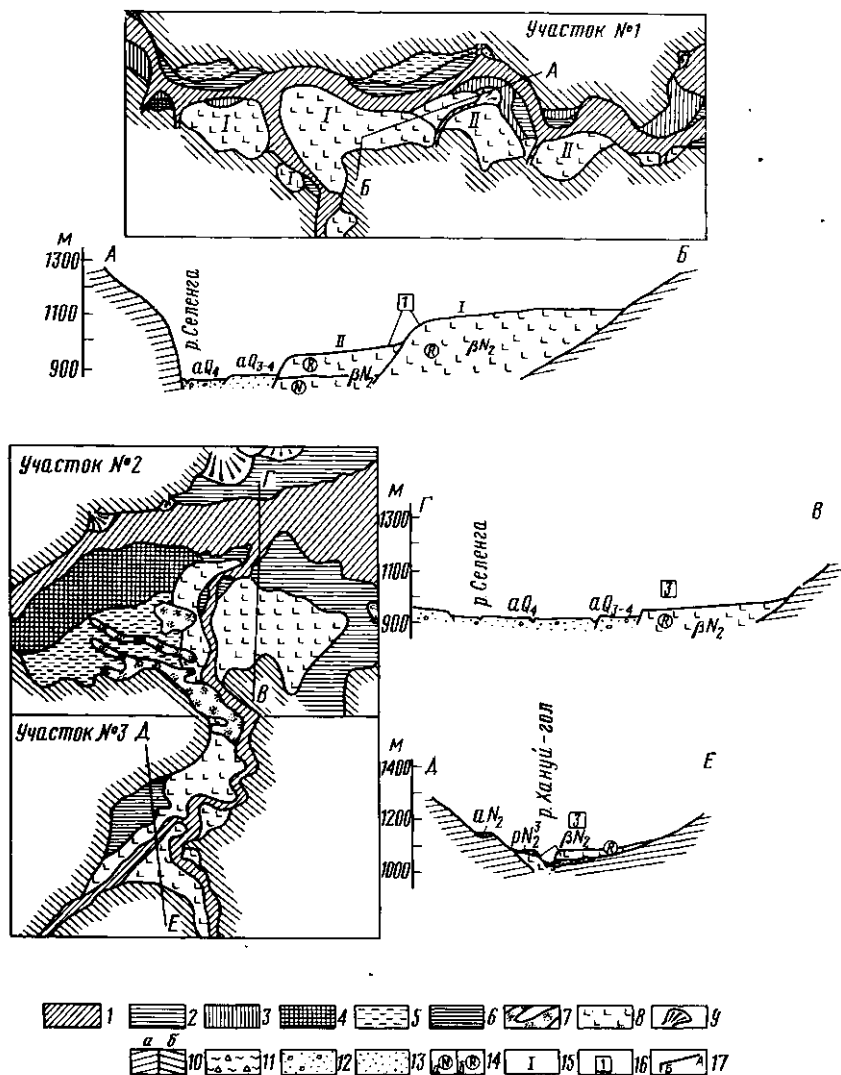


Рис. 3. Схема положения базальтов в долинах Селенги и Хануй-гола

1 — пойма; надпойменные террасы: 2 — первая, 3 — вторая, 4 — третья, 5 — четвертая, 6 — седьмая; 7 — золотые пески; 8 — базальты; 9 — конусы выноса; 10 — коренные породы (а) — на профилях, (б) — на планах; 11 — красноватые глины со щебнем; 12 — песок с галькой; 13 — пески; 14 — направление намагниченности: прямое (а), обратное (б); 15 — номера генераций, выделенных для каждого участка; 16 — номера возрастных групп, выделенных для всех участков; 17 — линии профилей

По данным палеомагнитного анализа среди высоких базальтов выделяются две генерации: обратномагнитные базальты левого берега (I) и прямонамагнитные базальты правого берега (II).

Третья генерация плиоценовых базальтов — базальты 90-метровой террасы — имеют прямую намагниченность. Эта генерация выделяется условно, так как нельзя исключить предположение, что нижняя часть толщи рыхлых отложений террасы с включенным в нее потоком базаль-

тов представляет собой цоколь, одновозрастный с прямонамагнитными базальтами II генерации и погребенными ими аллювиальными отложениями. Плейстоценовые базальты обеих генераций (IV и V) — прямонамагнитные.

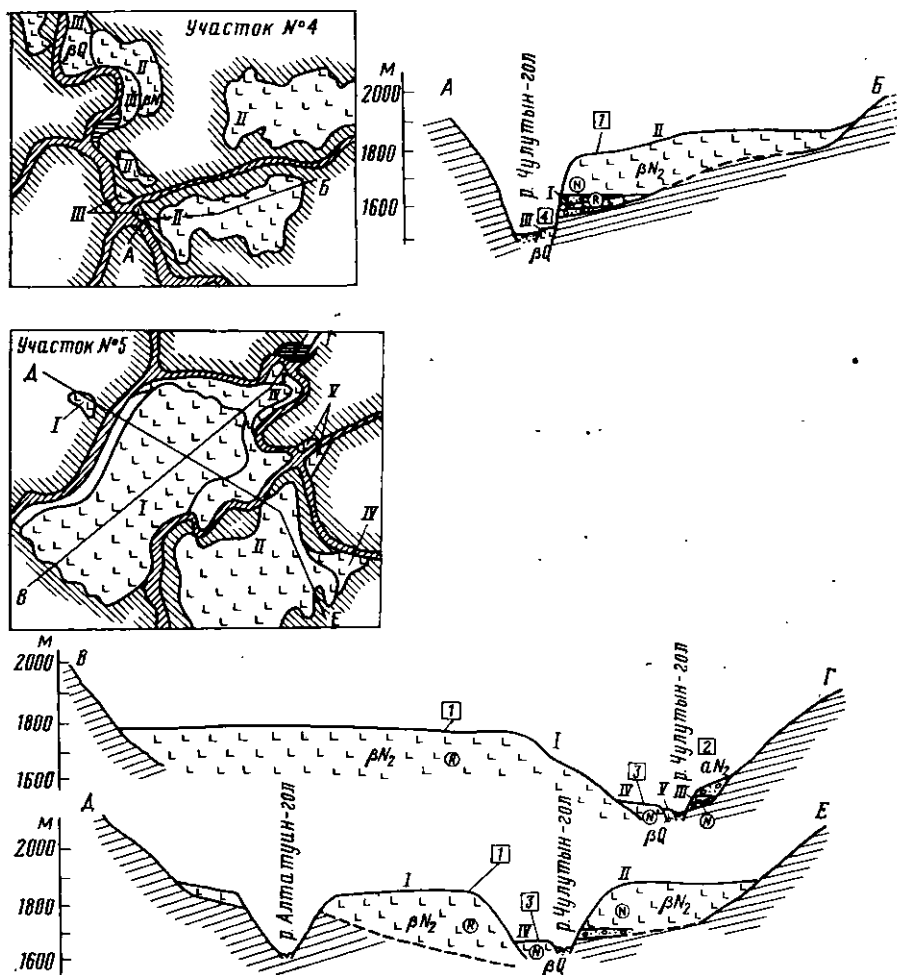


Рис. 4. Схема положения базальтов в долине Чулутын-гола
Условные обозначения те же, что на рис. 3

Возраст базальтов. Среди базальтов изученных ключевых участков выделяются следующие группы возрастных генераций: 1) обратно- и прямонамагнитные базальты высоких уровней, более древние, чем высокие террасы (90 и 100-метровые) — I и II генерации участка Тагийн-Горихи (участок 5) и Чингистуйн-гол (участок 4), базальты Селенги (участок 1 — Алтатуин-гол); 2) прямонамагнитные базальты в толще рыхлых отложений высоких террас — III генерация базальтов участка Тагийн-Горихи (выделены условно); 3) обратномагнитные базальты низких уровней, более молодые, чем высокие террасы, но более древние, чем красноцветные отложения — базальты долины Хануй-гола и долины Селенги у устья Хануй-гола (участки 2 и 3); 4) прямонамагнитные базальты низких уровней — IV и V генераций в долине Чулутын-гола (участок 5 — Тагийн-Горихи).

Базальты третьей группы удаётся привязать к палеомагнитной шкале (Сох, 1969). Поскольку обратномагнитные базальты этой груп-

пы древнее красноцветных отложений, положение которых в магнито-стратиграфической шкале определено как граница эпох Гаусс—Матуйма, то они не могут быть моложе 3,3 млн. лет и должны быть отнесены к эпохе обратной полярности Гильберт. Базальты первой и второй групп имеют еще более древний возраст.

Поскольку базальты древнейших генераций заполняют древние долины, расчленяющие поверхность палеозойских пород и местами погребают прослой древнего аллювия, мы имеем право говорить о значительной древности долин Северного Хангая и относить их заложение ко времени, более удаленному, чем 3,3 млн. лет.

Таким образом, с помощью палеомагнитного метода определен возраст, точнее возрастной предел, двух генераций плиоценового погребенного расчлененного рельефа: «докрасноцветного» глубоко расчлененного рельефа и древнейших врезов в долине Селенги и ее притоков, заполненных базальтами. Возраст первой — древнее 2,4 млн. лет, второй — более 3,3 млн. лет. Полученные данные позволяют утверждать, что заложение долин Северной Монголии относится, по крайней мере, к среднему плиоцену; к среднему плиоцену относится и вторая фаза глубокого эрозионного расчленения, свидетельствующая о заметной активизации тектонических движений в это время.

Приведенный материал показывает, что применение палеомагнитного метода может дать достаточно убедительные и точные датировки древних этапов эрозионного расчленения. При достаточно широком применении этого метода появляется возможность широких межрегиональных корреляций этапов развития долин.

ЛИТЕРАТУРА

- Девяткин Е. В., Лискин И. Г., Певзнер М. А., Бадамгарав Д. К стратиграфии кайнозойских базальтов Центральной Монголии. В сб. «Ассоциации вулканогенных пород Монгольской Народной Республики, их состав и стратиграфическое значение», М., «Наука», 1973.
- Зажигин В. С., Корина Н. А., Певзнер М. А. Палеомагнитные исследования эоплейстоценовых отложений Северной Монголии. В сб. «Материалы IX конференции по вопросам постоянного геомагнитного поля, магнетизма горных пород и палеомагнетизма», ч. III. Баку, 1973.
- Кожевников А. В., Савин В. Е., Уфлянд А. К. История развития Хангайского нагорья в мезокайнозое. В сб. «Геология мезозоя и кайнозоя Западной Монголии», М., «Наука», 1970.
- Cox A. Geomagnetic Reversals. «Science», v. 163, 1969.

USAGE OF THE PALEOMAGNETIC METHOD AT THE STUDIES OF THE HISTORY OF NORTH MONGOLIA VALLEYS

N. A. KORINA, M. A. PEVZNER, V. P. CHICHAGOV

Summary

The paper gives results of the paleomagnetic method usage for dating of valley development stages in North Mongolia. The application of the method allowed to solve two problems: 1) to define more precisely the time of forming of the ancient buried topography which can be traced at the base of red Pliocene deposits; 2) to date valleys according the age of the most ancient generations of valley basalt flows. Broad application of such method can provide a possibility for an inter-regional correlation of valleys development stages.