

УДК 551.7:551.311234.3(497.2)

КОРРЕЛЯЦИЯ ЛЁССОВО-ПОЧВЕННЫХ РАЗРЕЗОВ СЕВЕРНОЙ БОЛГАРИИ ПО МАГНИТНЫМ И ПАЛЕОМАГНИТНЫМ ДАННЫМ

© 1995 г. В. А. Большаков, А. А. Свитом

Московский государственный университет, 119899 Москва, Ленинские горы, Россия

Поступила в редакцию 21.02.94 г., получена после доработки 04.06.94 г.

Проведены магнитные и палеомагнитные исследования трех лёссово-почвенных разрезов Северной Болгарии. В обнажениях зафиксировано до шести горизонтов погребенных почв и лёссов. Показана возможность использования магнитных данных (величин магнитной восприимчивости и фактора Кенигсбергера) для корреляции изученных разрезов. В частности, по полученным магнитным и палеомагнитным данным сделан вывод об одновозрастности первых снизу лёссово-почвенных горизонтов. Интерпретация полученных в работе палеомагнитных данных привела к выводу о том, что начало яёссообразования в Северной Болгарии, в отличие от общепринятой точки зрения, следует относить не к плейстоцену, а к эоплейстоцену.

Ключевые слова. Магнитная восприимчивость, намагниченность, корреляция, стратиграфия, фактор Кенигсбергера.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, проблема стратиграфии и корреляции лёссово-почвенных разрезов продолжает оставаться весьма актуальной (Веклич, 1982; Величко и др., 1984; Стратиграфия и палеогеография..., 1992). При этом палеомагнитный метод, являющийся практически единственным, позволяющим получить хронологическую границу плейстоцена для пород лёссово-почвенной формации, нередко дает несогласующиеся результаты (Веклич, 1982; Третьяк, 1983; Heller, Tungsheng, 1984; Фаустов, Вирина, 1989). Примером могут служить и палеомагнитные исследования лёссово-почвенных разрезов Северной Болгарии, выполненные Ф. Виганком (Viegank, 1990) и В.Б. Калчевой и др. (Калчева и др., 1989). Согласно их; исследованиям, породы лёссового комплекса Болгарии относятся к эпохе Брюнеса. В то же время Ф. Виганком выделено 5 экскурсов, возраст которых оценивается от 575 тыс. лет до 45 тыс. лет, тогда как в разрезе вдвое большей мощности, изученном В.Б. Калчевой и др., ни одного экскурса обнаружено не было. Вывод о плейстоценовом возрасте лёссового комплекса Болгарии согласуется с геоморфологическими, фаунистическими, археологическими данными большинства исследователей (Кр-ъстев, Кръстева, 1980; Калчева и др., 1989, Viegaak, 1990). Заметим, что в соответствии с результатами палеомагнитных исследований в соседних с Болгарией регионах Центральной Европы, на юге Восточной Европы, в Средней Азии и Китае (Певзнер, Печи, ШО; Beesi, 1993; Веюига, 1982-, Нейег, Tungsheag, 1984) лессонакопление в этих регионах началось в эпоху Матуяма. Следовательно, палеомагнитная оценка времени начала лессонакопления в

Болгарии не согласуется с результатами по другим районам Северного полушария[^].

Предпринимая магнитные и палеомагнитные исследования лёссового комплекса Болгарии, мы предполагали изучить возможности совместного применения магнитных и палеомагнитных данных для корреляции и стратиграфии лёссово-почвенных разрезов.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нами изучены разрезы лёссово-почвенной формации Северной Болгарии, вскрытые карьерами в районе пос. Ветово и Каолиново и на берегу Черного моря у п. Дуранкулак. Расстояние между разрезами, расположенными в субширотном направлении, соответственно около 70 км и 120 км. В разрезе Ветово (рис. 1) вскрываются породы, образующие высокую водораздельную равнину, сложенную серией погребенных почв (ПП) и разделяющих их лессовых горизонтов (Л). Всего выделено шесть ПП и столько же Л. Для двух верхних почв характерна относительно слабая проработка почвенных горизонтов, имеющих коричнево-каштановую окраску. Две средние погребенные почвы разреза имеют переходный тип почвообразования от каштановых к черноземным и красноцветным, а две нижние, наиболее глубоко проработанные ПП5 и ПП6, относятся преимущественно к красноцветным. В разрезе Каолиново (рис. 2) выходят отложения, слагающие водораздельную поверхность с абсолютными отметками около 270 м, в составе из пяти почвенно-лёссовых горизонтов. В целом разрезы Ветово и Каолиново имеют весьма сходное строение, с той разницей, что первый более

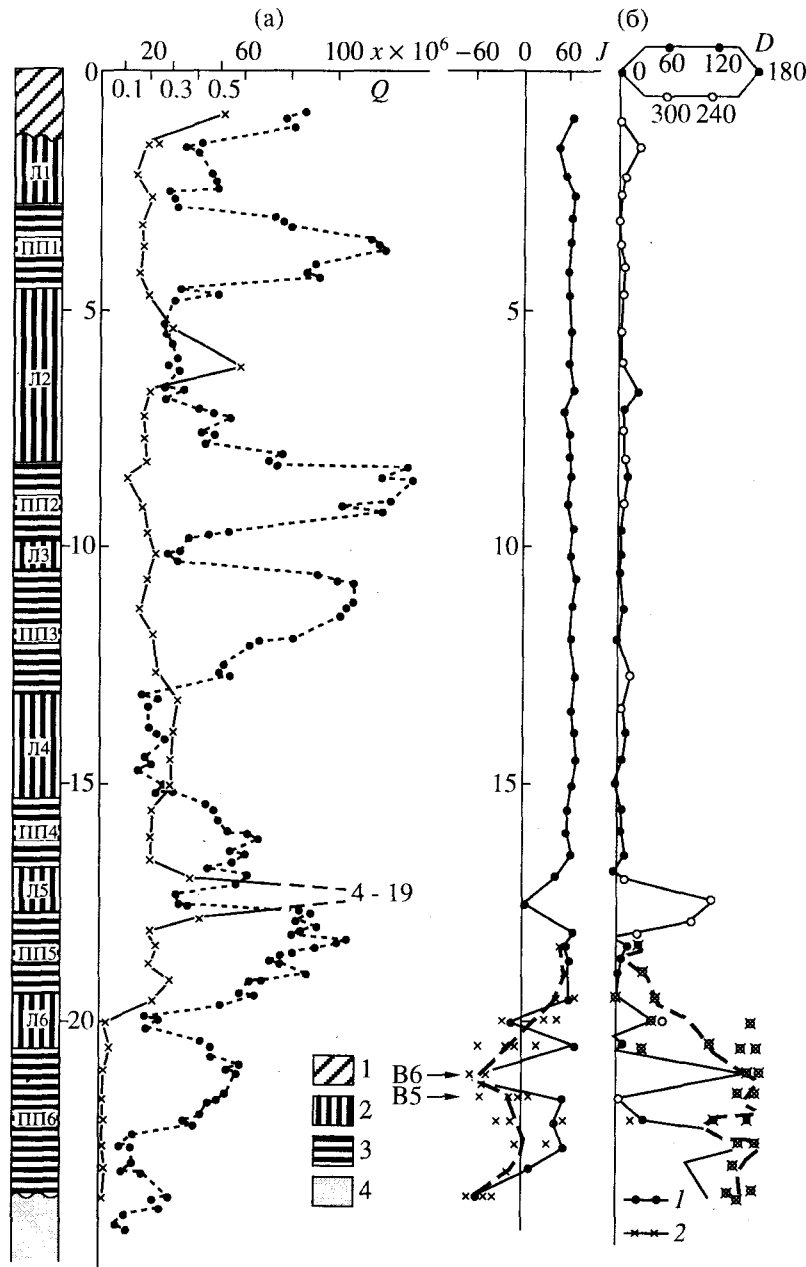


Рис. 1. Литологические, магнитные и палеомагнитные характеристики разреза Ветово.
 а – магнитная восприимчивость в единицах Гаусса (точки) и фактор Кенигсбергера после $T = 200^{\circ}\text{C}$ (крестики); 1 – современная почва, 2 – лёсс, 3 – погребенная почва, 4 – супесь;
 б – углы склонения и наклонения после T -чистки; 1 – при 200°C , 2 – при 310°C .

стратифицирован и имеет несколько большую мощность осадочного чехла за счет увеличения лёссовых слоев. Меньшее количество лёссово-почвенных горизонтов во втором разрезе связано, вероятно, с уменьшением в мощности до полного исчезновения лёссового горизонта, соответствующего пятому лёсса разреза Ветово и наложением процессов формирования выше- и нижележащих почв. На это косвенно указывает повышенная мощность четвертой ПП разреза Каолиново и на-

личие в ее средней части следов карбонатного (иллювиального) горизонта. То есть эта почва вероятно является сдвоенной, отвечающей четвертой и пятой ПП разреза Ветово. В основании обоих разрезов лежат супесчаные желто-розовые породы плиоцена. Разрез Дуранкулак (рис. 3) находится в иных геоморфологических условиях – это подмытый морем увал лёссовой приморской равнины на правобережье Дуная с абсолютными отметками от 10 - 15 м и выше. В береговых

обрывах здесь обнаружено циклическое строение лёссово-почвенного комплекса, с глубоким размывом лежащего на сарматских известняках. Каждый цикл разреза сложен лёссовидными суглинками и супесями, карбонатными бурями и желто-бурями, и погребенными почвами. Всего в разрезе установлено шесть погребенных почв автоморфного типа. Две нижние, наиболее развитые, относятся к красноцветам. Две средние, также хорошо проработанные, к каштановым и коричневоцветным. Верхние почвы маломощные и наименее выражены в разрезе.

Ориентированные куски породы – штуфы – размером не менее $10 \times 10 \times 10$ см³ отбирались с интервалом (40 - 60) см. Из каждого штуфа вырезалось от 4 до 10 образцов – кубиков с ребром 2.4 см. Измерения намагниченности проводились на измерителях остаточной намагниченности ИОН-1 и JR-4, а магнитной восприимчивости приборами ИМВ-2 и KLY-2 соответственно серийного советского и чехословацкого производства.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Магнитная восприимчивость χ изученных разрезов характеризуется повышенными значениями в почвах и относительно пониженными в лёссах (рис. 1 - 3). Величина фактора Кенигсбергера Q также выше в почвах (1.5 - 3), чем в лёссах, где она изменяется от 0.9 до 1.5. Терромагнитные исследования привели к выводу о наличии в осадках магнетита, маггемита и гематита (Большаков, 1993). При этом зависимости намагниченности насыщения от температуры (T) для лёссов и почв по всему разрезу практически идентичны.

Измерения естественной остаточной намагниченности (\dot{I}_n) всех образцов, за исключением взятых из нижней части пятого лёсса разреза Ветово, выявили направления \dot{I}_n , близко соответствующие направлению современного магнитного поля Земли (МПЗ). Специально проведенное исследование (Большаков, 1993) показало, что аномалия намагниченности образцов нижней половины пятого лёсса (угол склонения $D = 244^\circ$, наклонения $J = 3^\circ$, величина фактора Q достигает 19) и верхней части пятой ПП имеет “молниеносную” природу, т.е. обусловлена намагничиванием осадков вследствие прохождения через них грозового разряда (молнии). После проведения температурно-временной чистки – выдержки образцов в немагнитном пространстве при $T = 200^\circ\text{C}$ в течение 4-х часов – направления \dot{I}_n их большей части изменились незначительно. Угол D отклонялся нерегулярно от первичного направления обычно не больше, чем на 15° , угол J в основном уменьшился на $5^\circ - 10^\circ$. Однако направления \dot{I}_n образ-

цов нижних частей разрезов, включая супесчаные отложения, первые снизу погребенную почву и лёсс изменились существенно. Близкую к обратной намагниченность показали супесчаные осадки разреза Каолиново (рис. 2). Как по D , так и по J значительно изменились направления \dot{I}_n образцов первого снизу лёссового горизонта всех разрезов. Пониженные относительно верхних частей разрезов значения угла J зафиксированы в первой снизу ПП (рис. 1 - 3). Если изменения D и J в нижних частях трех разрезов проявляют разнообразие, то изменение фактора Q после чистки характеризуется более четким поведением. Заметно (рис. 1 - 3) явное уменьшение величины Q (не менее чем в 2 раза) образцов первых снизу горизонтов погребенной почвы и лёсса по сравнению с вышележащими горизонтами во всех разрезах. Таким образом, намечается определенная корреляция нижних лёссово-почвенных горизонтов изучаемых разрезов. Это побудило нас провести дополнительные температурные исследования естественной остаточной намагниченности.

На установках палеомагнитной лаборатории Казанского университета были сняты диаграммы Зийдервельда (ДЗ) некоторых образцов. Изменение \dot{I}_n от температуры образцов верхней части разреза представляет собой в подавляющем большинстве случаев практически прямую линию в плоскости $x-z$, не пересекающую координатных осей и приходящую в область начала координат. Иной характер имеют ДЗ образцов из лежащих в основании разрезов лёсса и погребенной почвы. Они демонстрируют наличие в образце обычно двух разнонаправленных компонент намагниченности, одна из которых (низкотемпературная) соответствует направлению на современный полюс. Выход на другое направление происходит обычно в интервале температур (300 - 400) $^\circ\text{C}$ – рис. 4. Также была проведена поэтапная чистка образцов аномальной зоны с выдержкой в течение 30 минут при $T = 175^\circ, 250^\circ, 310^\circ\text{C}$ и последующим их охлаждением до комнатной температуры. Дальнейшее повышение температуры чистки оказалось невозможным, так как после воздействия $T = 310^\circ\text{C}$ образцы при измерении начали разрушаться. (Снятие ДЗ проходило на образцах с меньшим объемом и при непрерывном повышении температуры, что, возможно, явилось причиной их большей устойчивости к нагревам.) Параметр Q в процессе поэтапной чистки последовательно уменьшался до значений 0.03 - 0.01 и меньше. При этом углы склонения и наклонения изменялись однонаправленно вплоть до $T = 310^\circ\text{C}$. Результаты поэтапной чистки, строго говоря, не указывают на выход на стабильное направление \dot{I}_n после воздействия температуры 310°C (мало точек). Однако, учитывая данные по

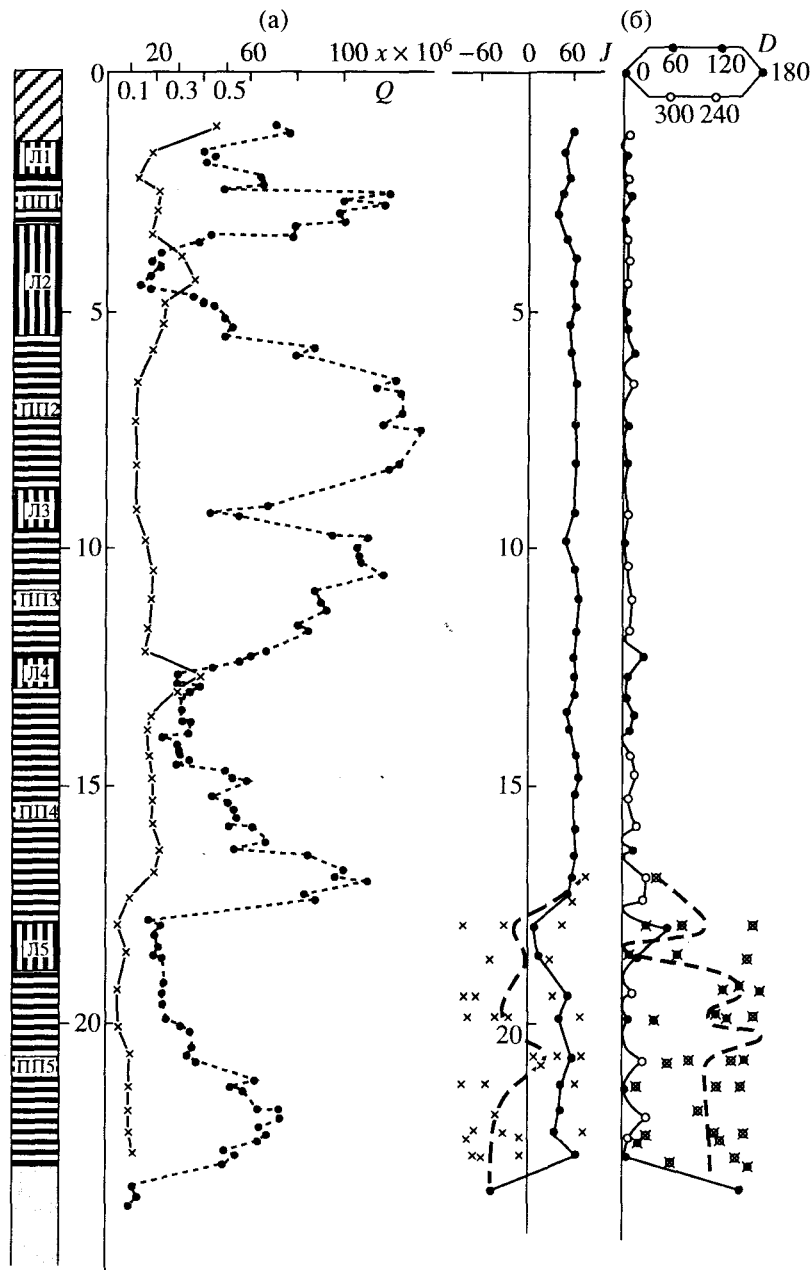


Рис. 2. Литологические, магнитные и палеомагнитные характеристики разреза Каолиново. Усл. обозначения см. на рис. 1.

ДЗ, мы можем считать, что выдержка при этой температуре дает близкие к стабильным направлениям \vec{I}_n . С другой стороны, максимальная температура нагрева 310°C обусловлена упомянутым выше термическим разрушением образцов. Поэтому массовая температурная чистка образцов была проведена при температуре 310°C, время выдержки 1.5 часа. Полученные результаты показаны на рис. 1 - 3. Отметим, что для многих уровней (штуфов) аномальной зоны получен большой разброс направления \vec{I}_n . Также обратим

внимание, что для штуфов В5 и В6 разреза Ветово изменение направлений \vec{I}_n в процессе чистки качественно согласуется с изменением, полученным по ДЗ (рис. 1, 4). Так для штуфа В6 направление намагниченности после чистки составляет с первоначальным углом, близкий к 180°, тогда как для штуфа В5 этот угол существенно отличен от 180° как по ДЗ, так и по результатам чистки. Отметим здесь две особенности образцов штуфа В6 – малый разброс направлений \vec{I}_n после чистки при $T = 310^\circ\text{C}$, а также то, что эта чистка практически

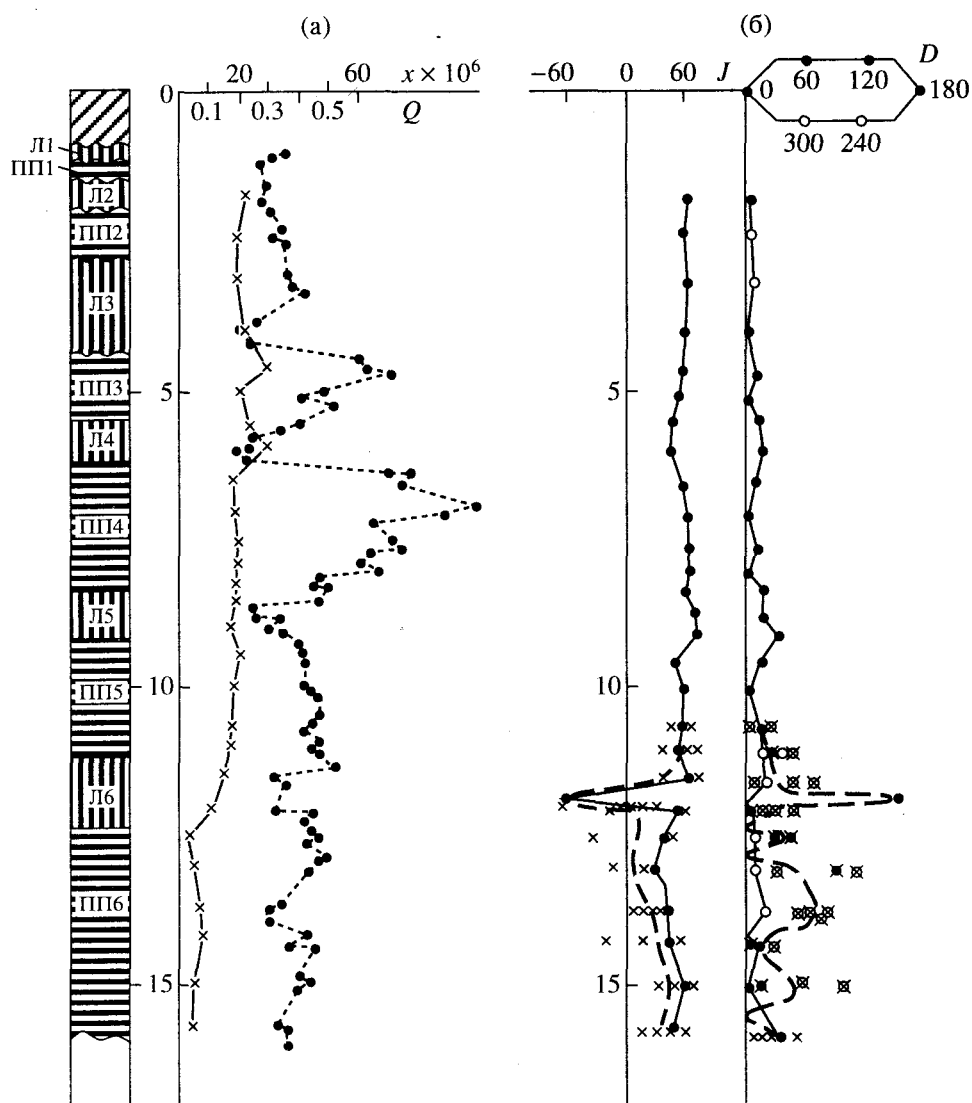


Рис. 3. Литологические, магнитные и палеомагнитные характеристики разреза Дуранкулак. Усл. обозначения см. на рис. 1.

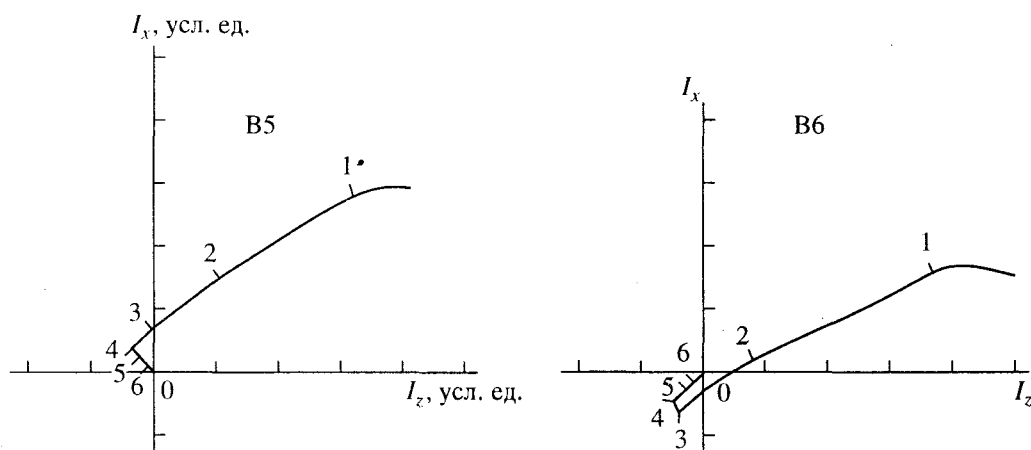


Рис. 4. Изменения компонент естественной остаточной намагниченности образцов при нагреве, 1 – 100°C, 2 – 200°C, 3 – 300°C, 4 – 400°C, 5 – 500°C, 6 – 600°C.

не изменила результатов чистки при $T = 200^\circ\text{C}$. Направления намагниченности образцов, взятых из разрезов выше аномальной зоны, после чистки при $T = 310^\circ\text{C}$ изменились незначительно.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Итак, во всех трех разрезах в первых снизу горизонтах погребенной почвы и лёсса обнаружено заметное уменьшение величины фактора Q после термочистки при $T = 200^\circ\text{C}$ и существенные изменения направления намагниченности, вплоть до обратного, после термочистки при 310°C в течение 1.5 часа. Относительное уменьшение фактора Q в сходных литологически и магнетоминералогически осадках обычно связывается с уменьшением величины или изменением направления древнего геомагнитного поля. Согласованность результатов, полученных после термочистки 310°C и из анализа диаграмм Зийдверельда позволяет утверждать, что прогрев образцов в немагнитном пространстве в течение 1.5 часа при температуре 310°C является достаточным для выхода на направление стабильной намагниченности. Значит изменения направления намагниченности по глубине следует объяснять изменениями древнего МПЗ (возможно усложненными, как будет показано ниже, особенностями формирования намагниченности изучаемых осадков).

Полученное для нижних частей разрезов распределение направлений векторов \vec{I}_n , на первый взгляд, может представлять либо запись экскурса эпохи Брюнес, либо переходную зону Матуяма-Брюнес (М-Б). Мы полностью не исключаем такого объяснения. Однако считаем его маловероятным по двум причинам. Первая связана, по нашему мнению, с временным несоответствием. В самом деле, максимальная продолжительность экскурса эпохи Брюнес оценивается временем порядка 10 тыс. лет (Поспелова, 1989), а инверсии М-Б – не более 25 тыс. лет (Гурарий, 1988). В нашем случае аномальная зона охватывает как минимум целый лёссово-почвенный горизонт, возраст которого, исходя из положения в разрезе и типа почвообразования не моложе раннеплейстоценового. Эту оценку подтверждают предварительные данные спорово-пыльцевого анализа по разрезу Ветово, полученные Н.С. Болиховской. По ее мнению, можно предположить принадлежность палинофлоры четвертого лёсса мучкапскому межледниковью раннего плейстоцена, а осадки пятого лёсса относятся к раннечетвертичному времени. Породы лёссово-почвенного комплекса Северной Болгарии по типу строения, магнитным свойствам и климатическим условиям осадконакопления сопоставимы с хорошо изученными породами лёссового комплекса Украины и Молдавии (Веклич, 1982). По оценке М.Ф. Веклича,

продолжительность формирования одного только лёссово-почвенного горизонта нижнего плейстоцена – не менее 200 тыс. лет. С другой стороны, средняя скорость плейстоценового лёссонакопления в гораздо более мощных разрезах Китая оценивается Ф. Хеллером и Л. Тунгшенг (Heller, Tungsheng, 1984) величиной 7.5 см в тысячу лет. Исходя даже из этой, по нашему мнению завышенной для болгарских лёссов оценке, время формирования аномального лёссово-почвенного горизонта в разрезе Каолиново, например, будет составлять более 60 тыс. лет. Это время не сопоставимо с длительностью экскурса и существенно большей продолжительностью инверсии. Вторая причина связана с первой и состоит в следующем. Как известно, в эпохе Брюнеса более-менее надежно фиксируют до 12 экскурсов (Поспелова, 1989). Их редкая встречаемость в континентальных отложениях связана прежде всего с непродолжительностью экскурсов и неполнотой геологической летописи. При интервале отбора образцов около 50 см мы не обнаружили ни одного аномально намагниченного уровня, за исключением “молниеносной” аномалии разреза Ветово в верхних частях разрезов. Поэтому маловероятно, что обнаруженная во всех трех разрезах в сопоставимых мощных горизонтах, составляющих порядка 20% мощности каждого разреза, аномалия намагниченности связана с экскурсом. Из сказанного вытекает, что аномалия намагниченности, характеризующая также и четким понижением величины Q , обусловлена более глобальным и продолжительным изменением МПЗ, нежели экскурсы эпохи Брюнес или инверсия геомагнитного поля Матуяма-Брюнес. Поэтому мы полагаем, что нижние лёссово-почвенные горизонты изученных разрезов одновозрастны и содержат в себе запись МПЗ, соответствующую не только инверсии М-Б, но и концу эпохи Матуяма. Такая возрастная оценка, напомним, согласуется с палинологическими данными Н.С. Болиховской. Палеомагнитная запись, полученная для разрезов Ветово и Каолиново не противоречит, в общем, сделанному заключению. В нижних частях лёссово-почвенных горизонтов направление \vec{I}_n близко к обратному, а выше можно выделить некую переходную зону, на наш взгляд, слишком все же растянутую (рис. 1, 2). Иное распределение направлений \vec{I}_n аномальной зоны в обнажении Дуранкулак, где отклонение направления намагниченности от нормального в почвенном слое гораздо меньшее, чем в первых двух разрезах (рис. 3). Такие несогласованности формально можно объяснить непрерывным отбором образцов и неполнотой геологической летописи. Однако есть еще одно обстоятельство, которое может существенно повлиять на запись изменений МПЗ в породах лёссово-почвенного комплекса. Оно связано

с механизмом формирования в них намагниченности. Проблема эта весьма сложна, актуальна, но слабо изучена, несмотря на то, что рассматривалась многими авторами (Веклич, 1982; Третяк, 1983; Вирина, Фаустов, 1973; Heller, Tungsheng, 1984; Hus, Geeraerts, 1986). Мы коснемся лишь двух аспектов проблемы, в той или иной степени затронутых в упомянутых работах.

Давно и широко известна роль роющих организмов в процессе формирования почвенного слоя. Механическое перемешивание почвы, естественно, повлияет на ориентировку заключенных в ней магнитных частиц. Можно предположить, что этот процесс приведет к хаотизации направлений векторов I_n магнитных агрегатов и уменьшению результирующей намагниченности почвенного слоя практически до нуля. Однако изучение намагниченности осадков, заполняющих кротовины, о котором мы знаем из устных сообщений коллег и из собственного опыта, говорит об ином. В частности, при палеомагнитном изучении лёссово-почвенных разрезов Приобья авторы отметили следующий факт. Намагниченность образцов, взятых из кротовины в обратно-намагниченном лёссовом горизонте была прямой, такой же, как намагниченность перекрывающей этот лёсс погребенной почвы. Отсюда, на наш взгляд, следует, что либо перемешивание почвенного материала не приводит к значительной хаотизации направлений намагниченности, либо в процессе формирования почвенного слоя существует дополнительный, более существенный фактор, приводящий к намагничиванию почвенных агрегатов в соответствии с направлением существующего МПЗ. Не исключено, что этот фактор может быть связан с повышением величины χ , отмечаемым в горизонтах степных и лесостепных почв автоморфного типа, указывающем на преобладание в них, по сравнению с лёссами, сильномагнитного минерала, обычно магнетита. Этот магнетит тонкодисперсный и имеет аутигенную природу (Вирина, Фаустов, 1973; Maher, Taylor, 1988). Механизм его образования до конца не ясен. Он может быть образован, например, с помощью бактерий (Fassbinder *et al.*, 1990), окислением растворенного Fe^{2+} (Maher, Taylor, 1988) или, не исключено, путем восстановления гематита (Вирина, Фаустов, 1973). Если процессы механического перемешивания или новообразования магнитных минералов имеют место после захоронения почвенного слоя, то будет происходить запаздывание магнитной записи относительно времени начала формирования перекрывающего почву горизонта. В этом случае рассматриваемая почва может быть намагничена в том же геомагнитном поле, что и формирующийся вышележащий горизонт, например лёсс. М.Ф. Веклич (1982, с. 168) предлагает иной вари-

ант, когда нижележащий горизонт лёсса вследствие "вертикальной миграции ферромагнетиков" из сформировавшейся выше почвы будет намагничиваться в МПЗ, соответствующем времени формирования вышележащей почвы. Определение времени запаздывания магнитной записи, особенно важное при изучении процессов изменения МПЗ – важная задача, требующая специальных исследований. В работе Ф. Хеллера и Л. Тунгшенг (1984) делается попытка оценить время формирования диагенетического гематита, ответственно, по их мнению, за естественную остаточную намагниченность пород лёссового комплекса Китая. Исходя из наличия в палеомагнитной записи субхрона Харамильо, авторы считают, что процесс формирования аутигенного гематита по времени был на порядок меньше длительности субхрона, т.е. длился около 10 тыс. лет.

Делая ссылки на работы (Веклич, 1982; Heller, Tungsheng, 1984), мы не ставили себе целью критическое рассмотрение сделанных в них предложений, а хотели показать, что возможность формирования вторичной, со временем запаздывания 10 тыс. лет и более, намагниченности в породах лёссово-почвенного комплекса у некоторых исследователей не вызывает сомнений. Итак, упомянутые выше процессы могут приводить к тому, что первичная намагниченность, сформировавшаяся в лёссе, как в почвообразующей породе либо в почве, будет (полностью или частично) видоизменена "вторичной", природа которой может быть химической, бактериальной и механической одновременно. (Кавычки нами здесь поставлены потому, что деятельность роющих организмов, бактерий и т.д. является неотъемлемой частью процесса формирования почвенного слоя, без которых этот процесс не будет полноценным и поэтому "вторичная" намагниченность в определенной степени является первичной). Если формирование верхней части рассматриваемого лёссово-почвенного горизонта пришлось на время изменения полярности МПЗ, то из-за запаздывания магнитной записи образование первичной и вторичной намагниченностей могло проходить в полях разной ориентации. Тогда результирующая I_n может иметь самые разнообразные направления из-за практической неколлинеарности прямого и обратного геомагнитного поля. Следовательно, мощность переходной зоны М-Б с хаотичными направлениями намагниченности может быть увеличена, что возможно, и наблюдается в разрезах Ветово и Каолиново. Причиной разброса направлений I_n образцов, взятых с одного уровня, может быть неоднородность лёссово-почвенного слоя по простиранию. Подтверждением такой неоднородности, по-видимому, являются значительные различия (достигающие иногда 50%) величины χ образцов, взятых из одного

штуфа. Можно предположить, что чем в большей степени лёссовая материнская порода изменена процессами почвообразования, тем большей вторичной намагниченностью она будет обладать.

Стабильность рассмотренных выше “вторичных” намагниченностей будет, по-видимому, сравнима со стабильностью первичной. Поэтому полное удаление вторичной намагниченности без существенного искажения первичной не возможно. Следовательно, после магнитной чистки кучность направлений I_n в прямонамагниченных образцах будет существенно выше, чем в обратнонамагниченных, у которых первичная и вторичные намагниченности разнонаправлены. Однако это не является основанием для заключения о “недостоверности полученных результатов”, как следовало бы из вывода 2 работы С.С. Фаустова и Е.И. Вириной (1989). Иное дело интерпретация этих результатов. Вообще же практическая применимость метода равных кучностей при оценке достоверности палеомагнитных результатов, по нашему мнению, не настолько очевидна, как это следует из работ Хеллера и Тунгшенг (Heller, Tungsheng, 1984) и Фаустова и Вириной (1989). При рассмотрении этого вопроса необходимо помнить, что образование прямой и обратной намагниченностей проходило в разное время. Следовательно, как минимум будет иметь место разная оstarенность первичной намагниченности и различные величины и стабильность вторичных. По этой же причине трудно ожидать и строго одинаковых климатических и иных условий формирования прямо- и обратнонамагниченных пород, что также должно отразиться на параметрах кучности. Имеет ли смысл в таком случае добиваться одинаковых параметров кучности прямо- и обратнонамагниченных пород?

Отличие в распределении направлений I_n в аномальной зоне разреза Дуранкулак по сравнению с разрезами Ветово и Каолиново мы полагаем, может быть связано с геоморфологическими и вытекающими отсюда иными различиями в условиях формирования осадочных слоев этих разрезов. О возможности влияния таких различий на магнитные свойства может указывать несколько иное, чем в двух других разрезах, распределение величины χ в ПП и Л в разрезе Дуранкулак.

Предложенные нами на данном этапе работы варианты – лишь путь качественного объяснения (наряду с другими возможными) имеющих место несогласованностей палеомагнитных данных. Более конкретные представления, объясняющие полученные по трем разрезам данные, требуют дополнительных обширных исследований как лабораторных, так и полевых по разным типам почв.

Несколько слов о различии результатов наших палеомагнитных исследований с результата-

ми Ф. Виганка (Viegank, 1990). Отсутствие экскурсов в нашей работе вполне объяснимо несплошным отбором образцов. А вот отнесение Ф. Виганком всего изученного им разреза к эпохе Брунеса, исходя из представленных в его работе данных, представляется спорным. Дело в том, что самый древний экскурс, выделенный им в низах шестой ПП и в седьмом лёссе, строго говоря, экскурсом назвать нельзя, так как седьмой лёсс находится в основании разреза и ниже него данных нет. Поэтому, основываясь только на палеомагнитных результатах, эту аномальную зону можно считать либо экскурсом, либо зоной перехода от эпохи обратной полярности. Более того, исходя из представленных данных (Viegank, 1990), эту переходную зону следует, по нашему мнению, расширить, включив в нее всю шестую ПП и нижнюю часть шестого Л. Такая интерпретация практически совпадает с результатами наших исследований. Мы не исключаем того, что эта интерпретация получила бы более веское подтверждение при использовании Виганком температурной магнитной чистки, а не чистки переменным магнитным полем (h). О лучших результатах T -чистки по сравнению с h -чисткой для лёссовых отложений сообщалось в работе (Heller, Tungsheng, 1984). Интерпретация Ф. Виганком полученных им палеомагнитных данных основана на преобладающей для региона Северной Болгарии стратиграфической концепции, согласно которой пятая ПП считается временным эквивалентом миндель-рисского интергляциала, а лёссообразование началось в плейстоцене (Viegank, 1990; Калчева и др., 1989). Таким образом полученные нами палеомагнитные результаты противоречат этой стратиграфической концепции. Заметим также, что наши результаты более соответствуют упоминавшимся выше палеомагнитным данным по лёссовым комплексам Центральной и Восточной Европы.

Использование величин χ для корреляции разрезов или отдельных горизонтов, исходя из нашего опыта (Большаков, 1984), весьма непростая задача, требующая учета многих факторов осадкообразования. Тем не менее, иногда она решается, особенно в пределах небольших, имеющих сходные условия осадконакопления регионов. Обращает на себя внимание подобие изменений величин χ по разрезам Ветово и Каолинов. Изменения χ по разрезу Каолиново подтверждают наше предположение об отсутствии в нем пятого лёсса разреза Ветово, а визуальную единую ПП 4 разреза Каолиново по поведению χ можно разделить на две погребенные почвы. Верхняя, выше отметки 15 м, с относительно пониженной χ , будет соответствовать ПП 4 разреза Ветово, а нижняя половина сдвоенной почвы, с повышенной величиной χ – ПП 5 разреза Ветово (рис. 1, 2). Если бы распространить такую корреляцию по χ на

разрез Дуранкулак, следовало бы, учитывая соответствие нижних горизонтов с повышенной величиной χ погребенной почвы относительно выше- и нижележащего почвенного горизонтов, как ПП 5 разреза Ветово. Однако, учитывая сделанное выше предположение о возможности различий в условиях формирования осадков разреза Дуранкулак с другими изученными разрезами, это заключение не следует признать достаточно обоснованным.

В заключение напомним, что применение методов магнетизма горных пород и палеомагнетизма для решения различных задач геологии и географии (так же как и других методов исследования) наиболее продуктивно при комплексном изучении объектов. К сожалению, в этой работе кроме рекогносцировочных результатов спорово-пыльцевого анализа, иных дополнительных данных мы получить не смогли. На основе проведенных магнитных и палеомагнитных исследований можно сделать следующие основные выводы.

1. Первые снизу лёссово-почвенные горизонты разрезов Северной Болгарии Ветово, Каолиново, Дуранкулак хорошо коррелируются по магнитным и палеомагнитным данным. Возможна более дробная корреляция по магнитным данным для разрезов, имеющих сходные условия осадкообразования.

2. Начало лессообразования в Северной Болгарии, в отличие от общепринятой точки зрения, следует относить не к плейстоцену, а к эоплейстоцену.

Авторы благодарят Т.И. Крыстева (ИО БАН), Н.С. Болиховскую (МГУ), Ш.З. Ибрагимову и П.Г. Ясонова (КГУ) за помощь при выполнении исследований, М.А. Певзнера и Г.З. Гурария (ГИН РАН) за ценные замечания по тексту рукописи. Ю.Н. Куличкову (ГАИШ МГУ) за помощь при ее подготовке.

Работа выполнена при финансовой поддержке МНФ Дж. Сороса и РФФИ (проект 94-05-17147 а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Большаков В.А. Некоторые результаты и проблемы изучения плейстоценовых морен методами магнетизма горных пород // Вестн. МГУ. География. 1984. № 3. С. 63 - 68.

Большаков В.А. Природа аномальной намагниченности образцов лёссово-почвенного комплекса разреза Ветово // Физика Земли. 1993. № 4. С. 76 - 80.

Веклич М.Ф. Палеозтапность и стратотипы почвенных формаций верхнего кайнозоя. Киев: Наук. думка, 1982. 208 с.

Величко А.А., Маркова А.К., Морозова Т.Д., Ударцев В.П. Проблемы геохронологии и корреляции лёссов и ископаемых почв Восточной Европы // Изв. АН СССР. Сер. географ. 1984. № 6. С. 5 - 19.

Вирина Е.И., Фаустов С.С. Магнитные свойства и природа естественной остаточной намагниченности ископаемых почв и лёссов // Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. М.: МГУ, 1973. С. 164 - 172.

Гурарий Г.З. Геомагнитное поле во время инверсий в позднем кайнозое. М.: Наука, 1988. 207 с.

Калчева В.Б., Ножаров П., Евлогиев Й. Палеомагнитные характеристики на лёссовый комплекс в районе на Русе // Бълг. геофиз. списание. 1988. Т. 14. № 4. С. 66 - 76.

Кръстев Т.И., Кръстева Т. Квартерните наслаги върху каолиновите находища от западна част на Лудогорието // Болг. АН. Проблемы на географията. 1980. № 2. С. 12 - 19.

Певзнер М.А., Печи М. Палеомагнетизм и стратиграфия лёссово-почвенных отложений Венгрии // Бюлл. Комис. по изуч. четвертичного периода. М.: Наука, 1980. С. 24 - 34.

Поспелова Г.А. Экскурсы – магнитостратиграфические реперы в четвертичных отложениях // Четвертичный период: стратиграфия. М.: Наука, 1989. С. 196 - 203.

Стратиграфия и палеогеография четвертичного периода Восточной Европы. М.: ИГ РАН, 1992. 245 с.

Третяк А.Н. Естественная остаточная намагниченность и проблема стратификации осадочных толщ. Киев: Наук. думка, 1983. 256 с.

Фаустов С.С., Вирина Е.И. Проблемы палеомагнитной стратиграфии лёссово-почвенной формации Украины и Молдавии // Четвертичный период: стратиграфия. М.: Наука, 1989. С. 96 - 102.

Fassbinder J.W., Stanjek H., Vali H. Occurrence of magnetic bacteria in soil // Nature. 1990. V. 343. P. 161 - 163.

Heller F., Tungsheng L. Magnetism of Chinese Loess deposits // Geophys. J. Roy. Astron. Soc. 1984. V. 77. P. 125 - 141.

Hus J.J., Geeraerts R. Palaeomagnetic and rock magnetic investigations of Late Pleistocene loess deposits in Belgium // Phys. Earth and Planet Inter. 1986. V. 44. P. 21 - 40.

Maher B.A., Taylor R.M. Formation of ultrafine-grained magnetite in soils // Nature. 1988. V. 336. P. 368 - 370.

Pecsi M. Negyedkor es Loszkatatars. Akad. Kiado. Budapest. 1993. 375 p.

Viegank F. Palaeomagnetic anomalies of the Brunhes Polarity Zone from the GDR and Peoples Republik of Bulgaria and their correlation with polarity excursions in Geomagnetic field in Quaternary // Akad. Wissenschaft. DDR. Potsdam. 1990. P. 157 - 168.

Рецензенты Г.З. Гурарий, М.А. Певзнер

Сдано в набор 20.06.95 г.

Подписано к печати 16.08.95 г.

Формат бумаги 60 × 88¹/₈

Офсетная печать

Усл. печ. л. 14.0

Усл. кр.-отт. 4.9 тыс.

Уч.-изд. л. 16.8

Бум. л. 7.0

Тираж 344 экз.

Зак. 3109