

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ
(по результатам изучения керна скв. 8)

З.Н. Гнибиденко, Н.К. Лебедева, Б.Н. Шурыгин

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия*

Приведены результаты магнитобиостратиграфических исследований меловых отложений, вскрытых скв. 8, которая пробурена в южной бортовой части Омского прогиба в пределах Омско-Ларьяжской фациальной зоны (юг Западной Сибири). Полученные биостратиграфические данные свидетельствуют, что исследуемые отложения образовались во временном интервале от альба до маастрихта. Компонентный анализ естественной остаточной намагниченности, выполненный по результатам терморазмагничивания и размагничивания переменным магнитным полем, позволил выделить характеристическую компоненту намагниченности, чем и подтверждается корректность палеомагнитных данных, положенных в основу построения палеомагнитного разреза меловых отложений скважины. Получена палеомагнитная характеристика, и на основании комплексных данных разработан опорный магнитобиостратиграфический разрез меловых отложений скважины. Этот разрез охватывает пять региональных горизонтов и одноименных свит верхнего мела — покурскую, кузнецовскую, ипатовскую, славгородскую и ганькинскую, совершенно не изученных в палеомагнитном отношении в Западной Сибири. Созданный магнитобиостратиграфический разрез включает стратиграфические подразделения от альба до маастрихта продолжительностью 43.5 млн лет и состоит из трех магнитозон. Так, покурская, кузнецовская и ипатовская свиты общей мощностью 210 м, имеющие прямую полярность с небольшими горизонтами обратной намагниченности в ней, образуют одну длительную зону прямой полярности $N(al-st)$. А славгородская и ганькинская свиты общей мощностью 75 м, разделенные перерывом, образуют две магнитозоны обратной полярности — $R_1(km)$ и $R_2(mt)$.

На основе реперных уровней, которыми являлись хорошо охарактеризованные по палеонтологическим данным магнитозоны, созданный магнитобиостратиграфический разрез сопоставлен с общей магнитостратиграфической и магнитохронологической шкалами. Длительная магнитозона прямой полярности $N(al-st)$, охватывающая альб, сеноман, турон, коньяк, сантон, сопоставляется с гиперзоной Джалал и хроном С34 (~ 112—83.6 млн лет). Зоны обратной полярности, занимающие большую часть кампана — $R_1(km)$ (славгородская свита) и маастрихта — $R_2(mt)$ (ганькинская свита), сопоставляются с хронами С33(г) и С31(г) в абсолютном летоисчислении приблизительно 83.6—80 и 71—68.5 млн лет соответственно с перерывом между ними продолжительностью в два хрона — С33(п) и С32.

Палеомагнетизм, магнитобиостратиграфический разрез, магнитозона, полярность, диноцисты, палинокомплексы, аммониты, меловые отложения, Омская впадина, юг Западной Сибири.

PALEOMAGNETISM IN THE CRETACEOUS SEDIMENTS
OF THE SOUTHERN WEST SIBERIAN PLATE
(from well 8 core studies)

Z.N. Gnibidenko, N.K. Lebedeva, and B.N. Shurygin

The paper presents magnetobiostratigraphic data on the Cretaceous sediments stripped by well 8 in the southern side of the Om' basin within the Om'-Lar'yak facies zone (southern West Siberia). The biostratigraphical data show that the sediments under study formed in the Albian-Maastrichtian. The component analysis of natural remanent magnetization, based on thermal demagnetization and demagnetization with an alternating magnetic field, revealed the characteristic magnetization component. This confirms the paleomagnetic data used to compile the Cretaceous paleomagnetic section of the well. A paleomagnetic description was obtained, and a magnetobiostratigraphic key section of the Cretaceous sediments of the well was compiled on the basis of comprehensive data. It comprises five Upper Cretaceous regional horizons and same-named formations (Pokur, Kuznetsovo, Ipatovo, Slavgorod, Gan'kino), which have not been studied paleomagnetically at all in West Siberia. The magnetobiostratigraphic section comprises Albian-Maastrichtian stratigraphic units (43.5 Myr) and

consists of three magnetozones. For example, the Pokur, Kuznetsovo, and Ipatovo Formations (total thickness 210 m), which show normal polarity with small reversed-magnetization horizons, form one long normal-polarity zone, *N(al-st)*. The Slavgorod and Gan'kino Formations (total thickness 75 m), separated by a sedimentation gap, form two reversed-polarity magnetozones, $R_1(km)$ and $R_2(mt)$.

Reference datums (paleontologically well-constrained magnetozones) were used to correlate the magnetostratigraphic section with the common magnetostratigraphic and magnetochronological scales. The long normal-polarity magnetozones *N(al-st)*, spanning the Albian, Cenomanian, Turonian, Coniacian, and Santonian, matches the Dzhahal hyperzone and chron C34 (~112–83.6 Ma). The reversed-polarity zones, spanning most of the Campanian ($R_1(km)$ (Slavgorod Formation) and Maastrichtian $R_2(mt)$ (Gan'kino Formation)), match chrons C33(r) and C31(r) in the absolute chronology (~83.6–80 and 71–68.5 Ma, respectively) with a gap two chrons long (C33(n) and C32).

Paleomagnetism, magnetobiostratigraphic section, magnetozones, polarity, dinocysts, spore-pollen assemblages, ammonites, Cretaceous sediments, Om' basin, southern West Siberia

ВВЕДЕНИЕ

Построение региональных палеомагнитных разрезов для таких важных геологических провинций, как Западно-Сибирская плита, весьма актуально для создания мировой шкалы магнитной полярности и понимания особенностей развития геомагнитного поля, а также для решения широкого круга прикладных — геологических и геофизических задач. В мировой научной литературе существует огромный материал по палеомагнетизму и магнитостратиграфии мезозоя как для отдельных геологических провинций и регионов, так и в глобальном масштабе в целом. Прогресс же в представлениях о структуре мировой шкалы магнитной полярности для мелового периода во многом зависит от результатов палеомагнитных исследований, которые будут проводиться на континентах в наиболее важных геологических провинциях. И в этом аспекте необходимо заметить, что к настоящему времени совсем не изучены в палеомагнитном отношении верхнемеловые отложения Западно-Сибирской плиты — одной из крупнейших нефтегазоносных провинций мира. Предлагаемая публикация является первой в серии статей, посвященных разработке магнитобистратиграфической шкалы меловых отложений Западно-Сибирской плиты.

Предметом настоящего обсуждения является создание магнитобистратиграфического разреза меловых отложений на основании комплексного изучения керна скв. 8, пробуренной в Русско-Полянском районе на южном крыле Омского прогиба в пределах Омско-Ларьянской фациальной зоны на юге Западной Сибири ($\varphi = 53^{\circ}31'N$, $\lambda = 73^{\circ}34'E$) (рис. 1). Скважина пересекла почти 600-метровую толщу мезокайнозойских отложений и остановлена на глубине 593 м в нижнемеловых отложениях покурского горизонта. Геологический разрез этой территории представлен морскими и континентальными мезокайнозойскими породами, образующими платформенный чехол, залегающий на размытой поверхности доюрских отложений.

Все выполненные нами исследования носили комплексный характер и осуществлялись на основе палеомагнитных, палеонтологических и геолого-стратиграфических данных. Расчленение разреза и обоснование возраста исследуемых отложений, представленного покурской, кузнецовской, ипатовской, славгородской, ганькинской свитами, проведено на основании палеонтологических данных [Гнибиденко и др., 2008; Лебедева и др., 2012].

МЕТОДИКА ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И АППАРАТУРА

Отбор ориентированных образцов для палеомагнитных исследований и обработка полученных результатов в целом не отличались от общепринятой и стандартной методики [Храмов, Шолпо, 1967; Палеомагнитология, 1982; Молоствовский, Храмов,

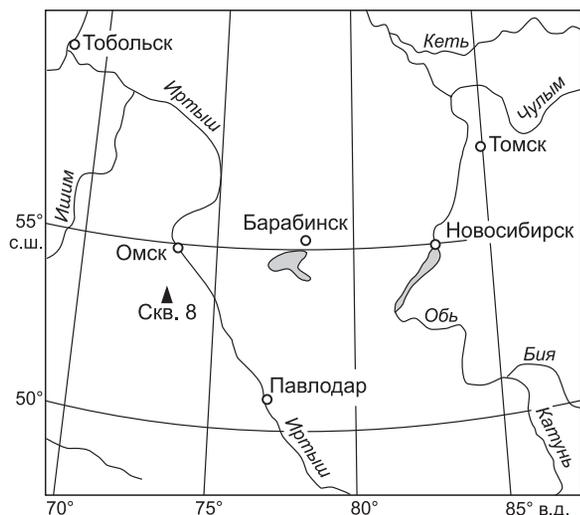


Рис. 1. Обзорная схема юга Западно-Сибирской плиты и местоположение скв. 8.

1997; и др.]. Особенность отбора ориентированных штуфов-монолитов из скважины заключалась в выполнении работ непосредственно во время ее бурения. Из штуфа-монолита вручную или с помощью пробоотборника конструкции А.А. Бишаева отбирались образцы-кубики. В скважинах образцы-кубики вырезались из центральной части керна так, чтобы ось Z была направлена по оси керна вниз; направления горизонтальных осей X и Y — произвольны, т.е. образцы ориентировались по направлению «верх-низ». Каждый стратиграфический уровень представлен двумя—тремя, иногда более, образцами-кубиками, в процессе лабораторной обработки которых рассчитывались средние значения магнитных параметров на стратиграфическом уровне, а также для всей свиты в целом. Частота отбора образцов составляла 0.8—1.0—1.5 м. Для обеспечения корректных комплексных исследований при отборе ориентированных образцов параллельно и одновременно отбирались пробы и образцы для палеонтологических и литолого-стратиграфических исследований. При комплексном изучении разреза скважины использовались каротажные диаграммы. Компонентный анализ векторов естественной остаточной намагниченности (E_{OH}, J_n) проводился путем анализа диаграмм Зийдервельда [Zijderveld, 1967], графиков размагничивания и стереографических направлений намагниченности в процессе магнитной чистки. При этом использовался пакет программ Р. Энкина [Enkin, 1994]. При вычислении компонент намагниченности применялся метод наименьших квадратов Киршвинка [Kirschvink, 1980].

Измерения естественной остаточной намагниченности проводились на приборах JR-4 и JR-6, магнитной восприимчивости — на капаметрах КТ-5, KLY-2. Магнитные чистки осуществлялись на установках TD48 и LDA-3A. Для снятия нормальных кривых намагничивания образцов пород использовался электромагнит постоянного поля 5-Р с максимальным намагничивающим полем 1088 кА/м.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ И БИОСТРАТИГРАФИЯ

В разрезе скважины меловые отложения представлены глинами, алевритами, алевролитами, аргиллитами, песчаниками и песками покурской, кузнецовской, ипатовской, славгородской и ганькинской свит общей мощностью 320 м.

Нижний отдел мела. Покурская свита ($K_{1-2}pk$) (мощность 185 м, глубина 593—408 м) представлена мощной толщей преимущественно континентальных отложений, согласно залегающих на киялинской свите и с размывом и угловым несогласием — на доюрских образованиях. В этой толще чередуются пески, песчаники, алевролиты, глины, аргиллиты. Окраска пород от светло- до темно- и зеленовато-серой. В нижней части разреза преобладают песчаники и алевролиты с подчиненными прослоями глин и аргиллитов. Вверх по разрезу глинистость осадков возрастает. Наличие в породах пирита и сидерита свидетельствует о восстановительном режиме седиментации в слабощелочной ($pH = 8.4$) водной среде. По данным Н.К. Лебедевой, эта свита, охарактеризованная спорами и пылью (палинокомплексы ПК-I и ПК-II), а в верхней части — диноцистами (комплекс ДК-I), датируется поздним мелом—альбом, сеноманом—туроном. Для палеомагнитных исследований из отложений покурской свиты было отобрано 127 образцов-кубиков, представляющих 48 стратиграфических уровней.

Верхний отдел мела. Кузнецовская свита (K_2kz) (мощность 28 м, глубина 408—380 м), с размывом залегающая на покурской, характеризует начало верхнемеловой морской трансгрессии. Свита представлена глинами серыми, темно- и зеленовато-серыми, плотными, тонкоплитчатыми, алевритистыми до песчаных, в верхней части — песками. Состав глин монтмориллонитовый с примесью гидрослюда, с кварцевой галькой, включениями глауконита, пирита и сидерита, растительными остатками. Пески серые, тонкомелкозернистые, слюдястые. В кузнецовской свите (интервал 407.1—380.0 м) Н.К. Лебедевой выделены слои с диноцистами, характерными для среднего и верхнего турона.

Осадконакопление происходило в мелководном море в обстановке, переходной от окислительной к восстановительной, и изменчивых климатических условиях в слабощелочной ($pH = 8.4$) водной среде. Для палеомагнитных исследований из этой свиты отобрано 36 образцов-кубиков, представляющих 16 стратиграфических уровней.

Ипатовская свита (K_2ip) (мощность 37 м, глубина 380—343 м) с размывом залегает на глинах кузнецовской свиты и представлена толщей неравномерно переслаивающихся песков и подчиненных прослоев песчаников, алевритов и глин. Для пород характерны серая, темно- и зеленовато-серая окраска, растительный детрит, включения пирита и глауконита. Пески и песчаники тонко-, мелко- и крупнозернистые, кварцево-глауконитовые и полевошпатово-кварцевые, слабослюдястые, с окатанной кварцевой и кремнистой галькой, редкими прослоями гравелитов. Алевриты плотные, глинистые и песчанистые, известковистые. Глины алевритистые и песчанистые, монтмориллонитовые, участками опоковидные, с редкой кварцевой галькой. Н.К. Лебедевой в разрезе свиты на глубинах 372.1—343 м выделен спорово-пыльцевой комплекс ПК-III, позволяющий датировать отложения свиты коньяк—сантоном. Этот же диапазон глубин характеризуется комплексом диноцист (ДК-II), который дает возможность предположить коньяк-сантонский возраст отложений. При формировании ипатовской свиты продолжали сущес-

твовать морские условия, на что указывает присутствие опок, глауконита, фауна фораминифер [Подобина, Ксенева, 2007]. Режим седиментации характеризуется частыми сменами обстановок и связанным с этим образованием, то глауконита (при опускании уровня воды почти до кровли осадков), то пирита (при резком подъеме уровня). Климат становится более холодным, что фиксируется наличием опала и отсутствием карбонатов кальция в породах. Для палеомагнитных исследований из отложений ипатовской свиты было отобрано 75 образцов-кубиков, представляющих 25 временных стратиграфических уровней.

Славгородская свита (K_2sl) (мощность 21 м, глубина 343—319 м) с локальным размывом залегает на ипатовской. Свита сложена глинами, местами опоковидными с подчиненными прослоями алевролитов, алевролитов, песков и песчаников. Алевролиты и алевролиты — глинистые, песчаные, глауконитовые и кварц-глауконитовые, слюдяные. Для пород характерны трещиноватость, растительные остатки, обломки створок раковин, включения пирита. В интервале глубин 339.9—311.2 м Н.К. Лебедевой установлен комплекс диноцист (ДК-III), дающий возможность датировать породы этого стратиграфического интервала кампаном. В этом же интервале выделен палинокомплекс (ПК-IV), который, согласно региональным стратиграфическим схемам, соответствует кампанскому комплексу. Формирование отложений происходило в морском бассейне в переходной от окислительной (глауконит) к восстановительной (пирит) обстановке и слабощелочной низкотемпературной водной среде.

Для палеомагнитных исследований из славгородской свиты отобрано 73 образца-кубика, представляющих 22 временных стратиграфических уровня.

Ганькинская свита (K_2gn) (мощность 46 м, глубина 319—273 м) с локальным размывом залегает на славгородской. Свита представлена глинами и алевролитами, серыми, зеленовато- и темно-серыми, плотными, участками опоковидными. Подчиненное положение занимают пески и песчаники, серые, темно-серые, темно-зеленые, глауконитовые. По всей толще отмечены скопления пирита, редкий растительный детрит. В основании свиты наблюдаются известковые прослои с обильной фауной. Эту свиту характеризуют многочисленные органические остатки. В их числе комплексы диноцист (ДК-IV) и (ДК-V), палинокомплекс (ПК-V) (определения Н.К. Лебедевой), а также двустворчатые моллюски, аммониты и гастроподы (определения Б.Н. Шурыгина). Комплекс диноцист (ДК-IV) (гл. 309.9—288.4 м) позволяет отнести отложения этого стратиграфического интервала к нижнему маастрихту, а находки аммонитов *Hoploscaphites cf. constrictus constrictus* из интервала 288—288.5 м дают возможность заключить, что на рассматриваемых глубинах представлена верхняя часть нижнего маастрихта, зона *Asaphoscaphites tridens*, подзона *Belemnella sumensis*. Выделенный выше по разрезу в интервале глубин 288.3—274.2 м комплекс диноцист (ДК-V) позволяет датировать возраст слоев его содержащих как переходный от раннего маастрихта к позднему. Появление *Cerodinium speciosum* маркирует границу между нижним и средним маастрихтом. Выделенный из отложений всей толщи ганькинской свиты палинокомплекс (ПК-V) соответствует маастрихтскому палинокомплексу по стратиграфическим схемам 2003 г. В самых верхах свиты (гл. 273.5—268.6 м) установлены виды-индексы диноцист *Operculodinium centrocarpum*, *Chatangiella* spp., *Cerodinium diebelii* и другие, характерные для маастрихта. Ганькинская свита с перерывом перекрывается талицкой свитой.

Осадконакопление этой свиты происходило в условиях некоторого потепления климата в открытом морском бассейне при восстановительной щелочной среде.

Для палеомагнитных исследований из отложений ганькинской свиты было отобрано около 140 ориентированных образцов-кубиков, представляющих 46 временных стратиграфических уровней.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Магнитные свойства пород. Из меловых отложений скважины общей мощностью 320 м для палеомагнитных исследований отобрано около 500 ориентированных образцов-кубиков, представляющих 159 временных стратиграфических уровней. В целом меловые отложения скважины относятся к классу слабомагнитных пород и по магнитным свойствам весьма неоднородны. Магнитная восприимчивость меняется в пределах $4.7—135.7 \times 10^{-5}$ ед. СИ, величина естественной остаточной намагниченности варьирует от долей единицы до 33.5 мА/м. Фактор Кенигсбергера (Q) — отношение естественной остаточной намагниченности к индукционной ($Q = J_n / \chi H_i$) имеет значения от 0.01 до 4.12. Вязкая намагниченность J_{nv} изученных пород составляет от 5 до 40 % величины естественной остаточной намагниченности. Минимальные значения магнитной восприимчивости имеют глины и опоки славгородской свиты, χ этих пород колеблется от 9.6 до 23.4×10^{-5} ед. СИ при среднем значении 11.7×10^{-5} ед. СИ. Максимальными величинами магнитной восприимчивости и естественной остаточной намагниченности обладают красноцветные глины, алевролиты и аргиллиты покурской свиты χ — $(7.1—135.7) \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, J_n — 0.7—33.5 мА/м. Более подробные сведения о магнитных характеристиках морских и континентальных меловых отложений по свитам приведены в таблице.

Магнитные характеристики меловых отложений, вскрытых скважиной 8 (Русско-Полянский район, южная бортовая часть Омской впадины)

Свита, порода	$N(n)$	χ , 10^{-5} ед. СИ	J_n , мА/м	Q
Покурская (глины, алевролиты, аргиллиты, песчаники)	48 (127)	<u>7.1—135.7</u> 18.1	<u>0.7—33.5</u> 5.47	<u>0.10—4.12</u> 0.70
Кузнецовская (глины, алевролитистые глины)	16 (36)	<u>8.4—46.6</u> 14.9	<u>0.14—1.18</u> 0.58	<u>0.01—0.19</u> 0.10
Ипатовская (пески, песчаники, алевролиты, глины)	26 (75)	<u>8.4—49.8</u> 22.4	<u>0.15—1.13</u> 0.78	<u>0.01—0.23</u> 0.16
Славгородская (глины, опоки, алевролиты, алевролиты, песчаники)	36 (111)	<u>9.6—23.4</u> 11.7	<u>0.36—3.43</u> 1.24	<u>0.04—0.71</u> 0.22
Ганькинская (глины, прослой песчаников, песков)	34 (98)	<u>4.7—48.2</u> 16.7	<u>0.2—1.02</u> 0.48	<u>0.01—0.34</u> 0.07

Примечание. N — количество стратиграфических уровней; n — число образцов-кубиков. Над чертой — минимальное и максимальное значения магнитных параметров, под чертой — средние арифметические значения (статистика стратиграфических уровней).

Анализ распределения значений χ и J_n по разрезу показывает, что флуктуации величины J_n связаны с изменением режима седиментации и источниками сноса терригенного материала. Выявленный характер изменения магнитной восприимчивости и естественной остаточной намагниченности в породах континентального и морского мела снизу вверх по разрезу свидетельствует о достаточной геологической информативности этих параметров, что может быть использовано для корреляции разрезов скважин.

Носители намагниченности, компонентный состав и природа естественной остаточной намагниченности пород. Анализ распределения магнитных минералов в исследуемых меловых отложениях скважины показал, что состав магнитных минералов в породах морского и континентального мела несколько различается между собой. При установлении магнитных минералов — носителей намагниченности — акцент был сделан на методы магнитной минералогии, что объясняется тонкодисперсностью этих минералов (размер зерен менее 0.01 мм). Диагностика носителей намагниченности проводилась с использованием анализа параметров нормального намагничивания (J_r , H_s) и результатов интерпретации кривых терморазмагничивания. Эти методы позволяют довольно точно установить наличие магнетита, маггемита, гематита и гидроксидов железа. Значения остаточной намагниченности насыщения $J_r(H)$, установленные по кривым нормального намагничивания, для пород покурской свиты составляют 650—825 мА/м, при поле насыщения H , равном 280—360 кА/м (рис. 2, а, б). Для пород ипатовской свиты J_r изменяется от 65 до 225 мА/м, при поле насыщения, равном 360—440 кА/м (см. рис. 2, в). Остаточная намагниченность насыщения $J_r(H)$ для пород славгородской и ганькинской свит составляет 375—600 мА/м при поле насыщения 520 кА/м (см. рис. 2, з, д). Большие поля насыщения для пород ганькинской и славгородской свит при небольших величинах намагниченности по сравнению с покурской свитой свидетельствуют о том, что в составе носителей намагниченности присутствуют магнитожесткие минералы группы гематита. Невысокие поля насыщения для пород покурской свиты позволяют предположить, что носители намагниченности в ней представлены минералами группы магнетит-титаномагнетита.

Для выделения характеристической компоненты ($ChRM$) остаточной намагниченности из общей ЕОН были использованы магнитные чистки и выполнен компонентный анализ. Для большинства меловых пород скважины по результатам терморазмагничивания характерно наличие двух компонент намагниченности — низкотемпературной и высокотемпературной. Первая, как правило, выделяется до 100—200—300 °С, вторая — высокотемпературная сохраняется до 550—600 °С (рис. 3, А). Некоторые диаграммы Зийдерверльда свидетельствуют о стабильности направлений намагниченности в пределах всего температурного интервала (см. рис. 3, Б).

Размагничивание переменным магнитным полем также показало присутствие одной-двух компонент намагниченности: нестабильной, выделяющейся в небольших переменных полях до 12—20 мТл и высокостабильной, выделяющейся в полях от 20 до 80 мТл. Часть образцов пород является весьма стабильной к переменному магнитному полю, когда в полях 100—110 мТл снимается только 10 % величины естественной остаточной намагниченности, а направление намагниченности остается неизменным. Для меловых пород скважины наиболее эффективным методом магнитной чистки является метод терморазмагничивания.

Все исследуемые породы, за исключением алевролитов покурской свиты, представленные глинами, алевролитами, алевролитами, песчаниками и песками, относятся к классу осадочных пород и облада-

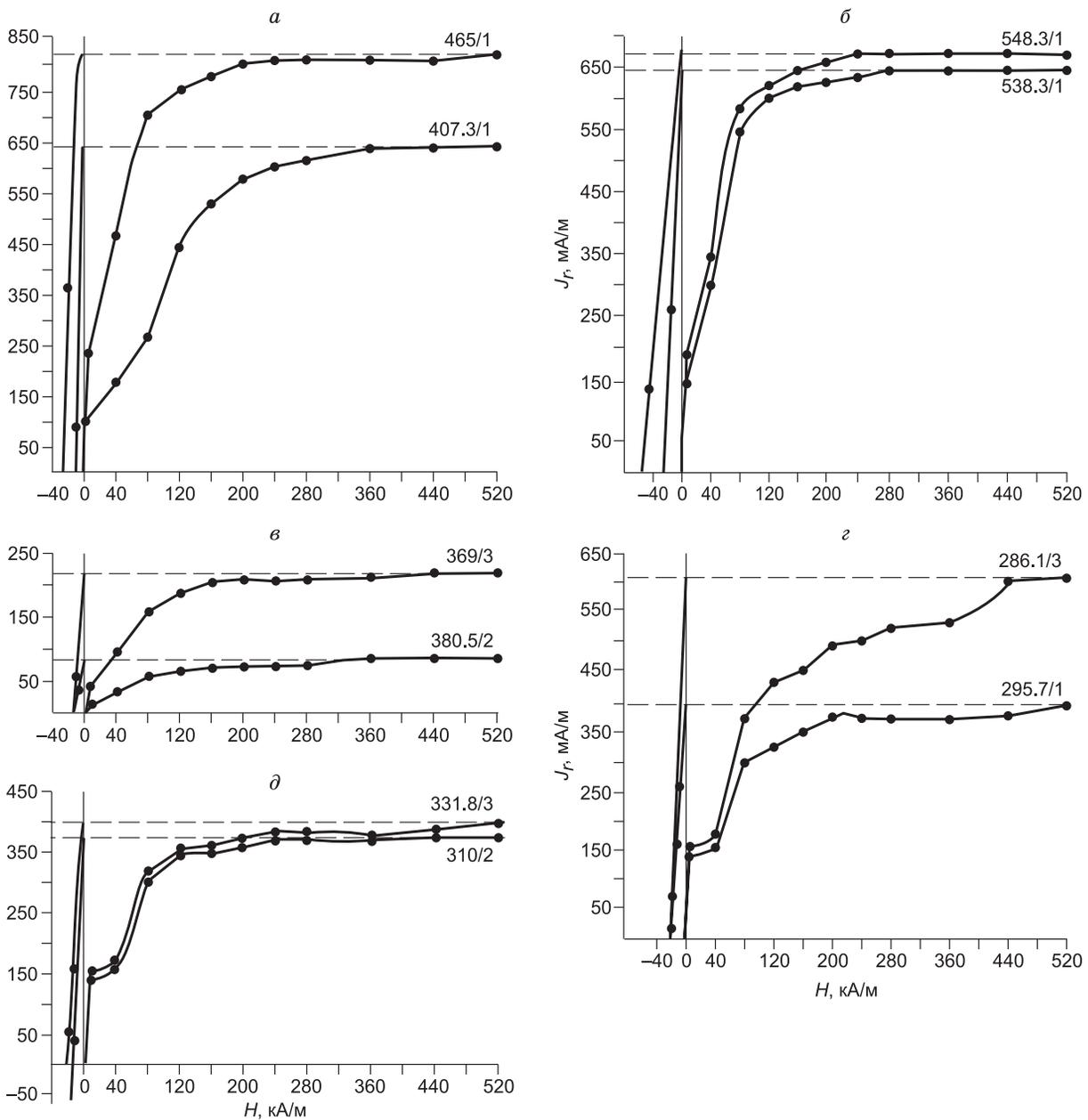


Рис. 2. Графики нормального намагничивания образцов пород покурской (а, б), ипатовской (в), ганькинской и славгородской (з, д) свит.

Цифры — номера образцов.

ют ориентационной природой намагниченности, формирующейся в процессе осаждения частиц магнитных минералов в результате статистического выравнивания их магнитных моментов по направлению действующего в тот период времени геомагнитного поля. Ориентационную природу намагниченности этих пород подтверждают также невысокие значения фактора Кенигсбергера — сотые и десятые доли единицы. Алевролиты покурской свиты в интервале глубин 495—482 м обладают ориентационно-химической намагниченностью, о чем свидетельствует фактор Q , изменяющийся от 1.5 до 4.12.

Компонентный анализ естественной остаточной намагниченности, выполненный по результатам терморазмагничивания и размагничивания переменным магнитным полем, позволил выделить характеристическую (первичную) компоненту намагниченности. Исследуемые породы покурской, кузнецовской, ипатовской, славгородской и ганькинской свит обнаружили преобладающую прямую и подчинен-

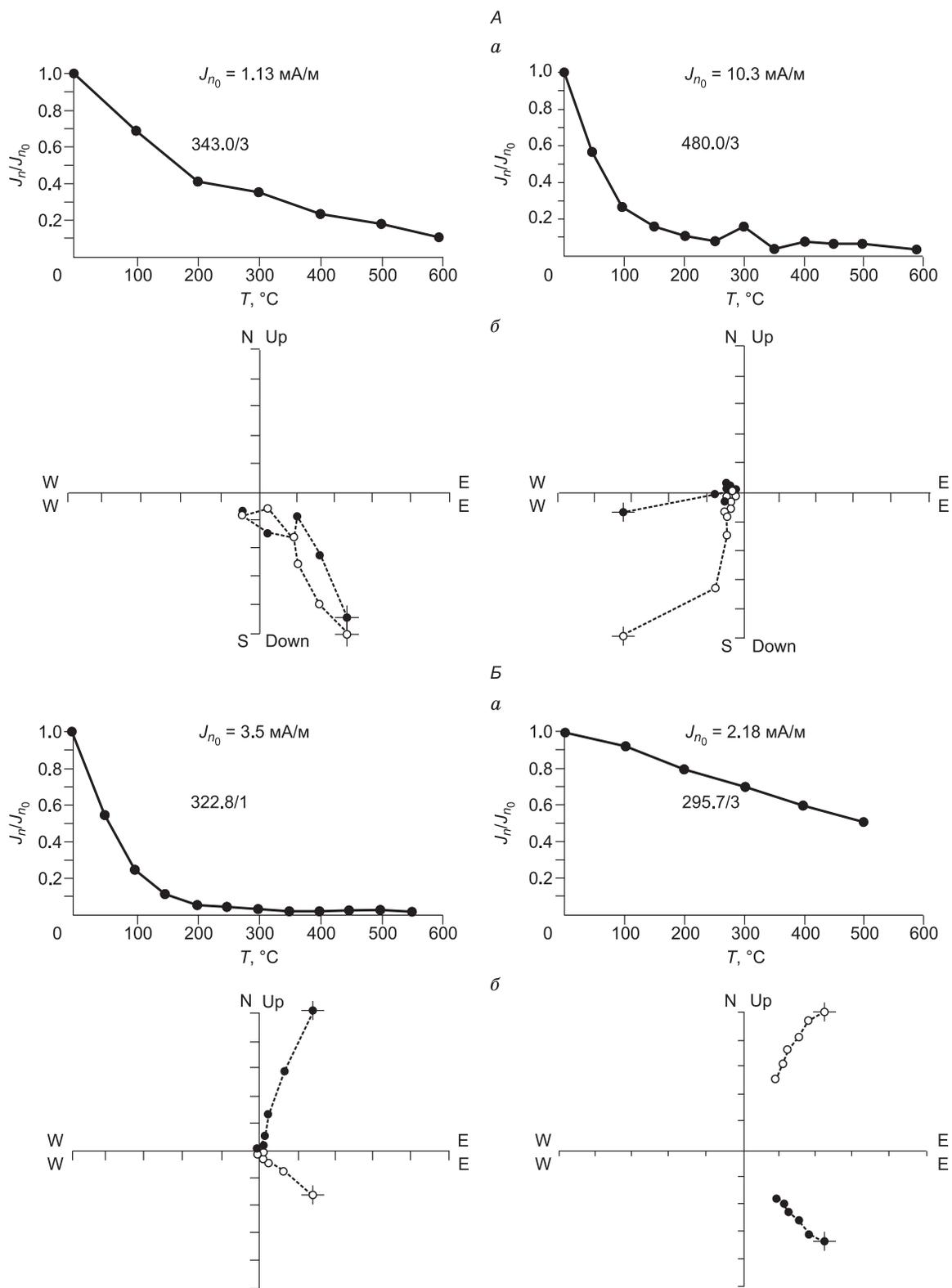


Рис. 3. Характерные графики терморазмагничивания J_n и диаграммы Зийдervельда для меловых пород, вскрытых скважиной:

a — нормализованная кривая терморазмагничивания J_n , *б* — диаграмма Зийдervельда, проекции J_n на горизонтальную (темные символы) и вертикальную (светлые символы) плоскости. *A, Б* — пояснения см. в тексте.

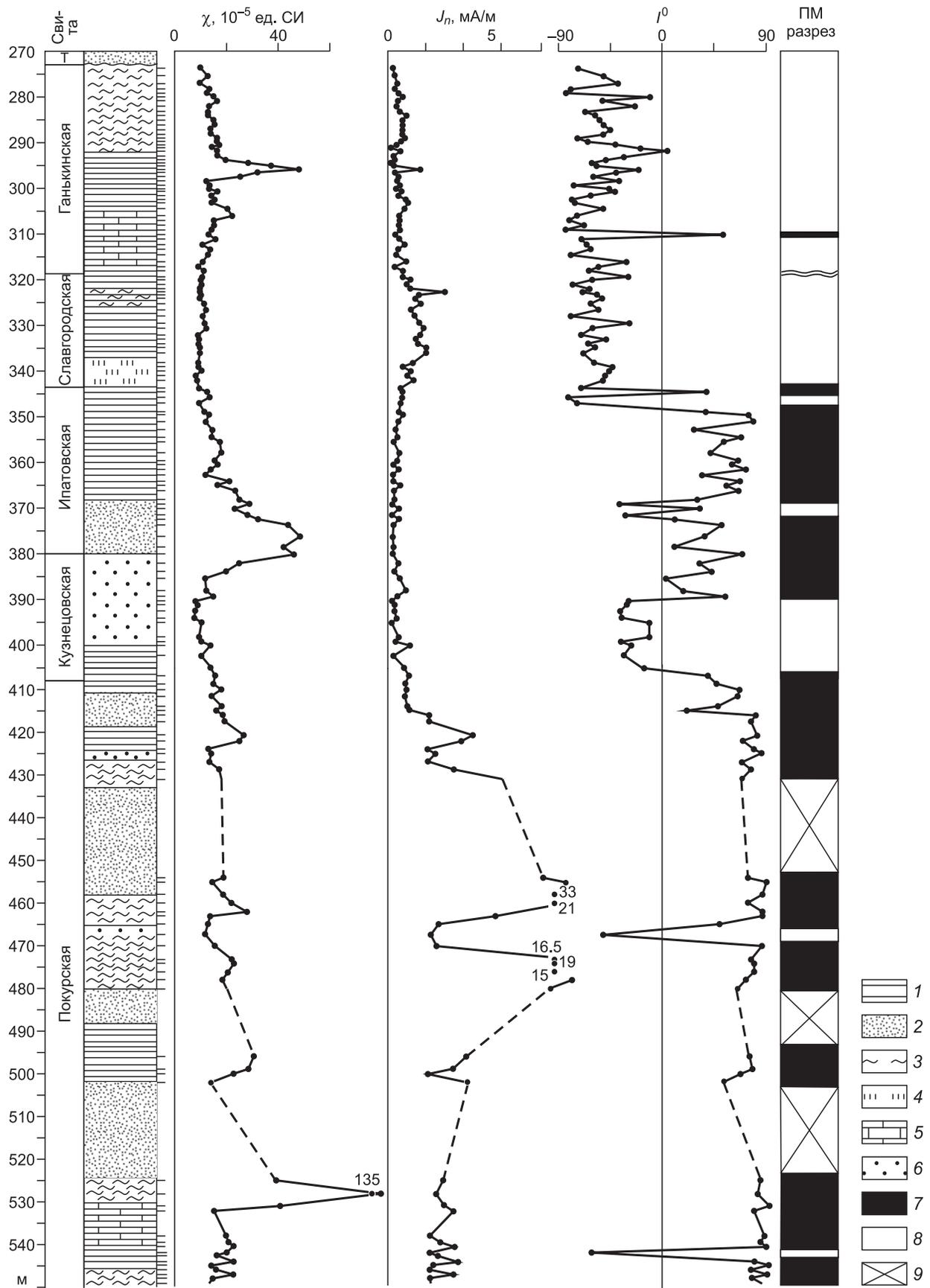


Рис. 4. Палеомагнитный разрез меловых отложений, вскрытый скв. 8.

1 — глины, 2 — песок, 3 — алеврит, алевролит, 4 — опоки, 5 — песчаник, 6 — гравелит. Полярности геомагнитного поля: 7 — прямая, 8 — обратная, 9 — отсутствие данных.

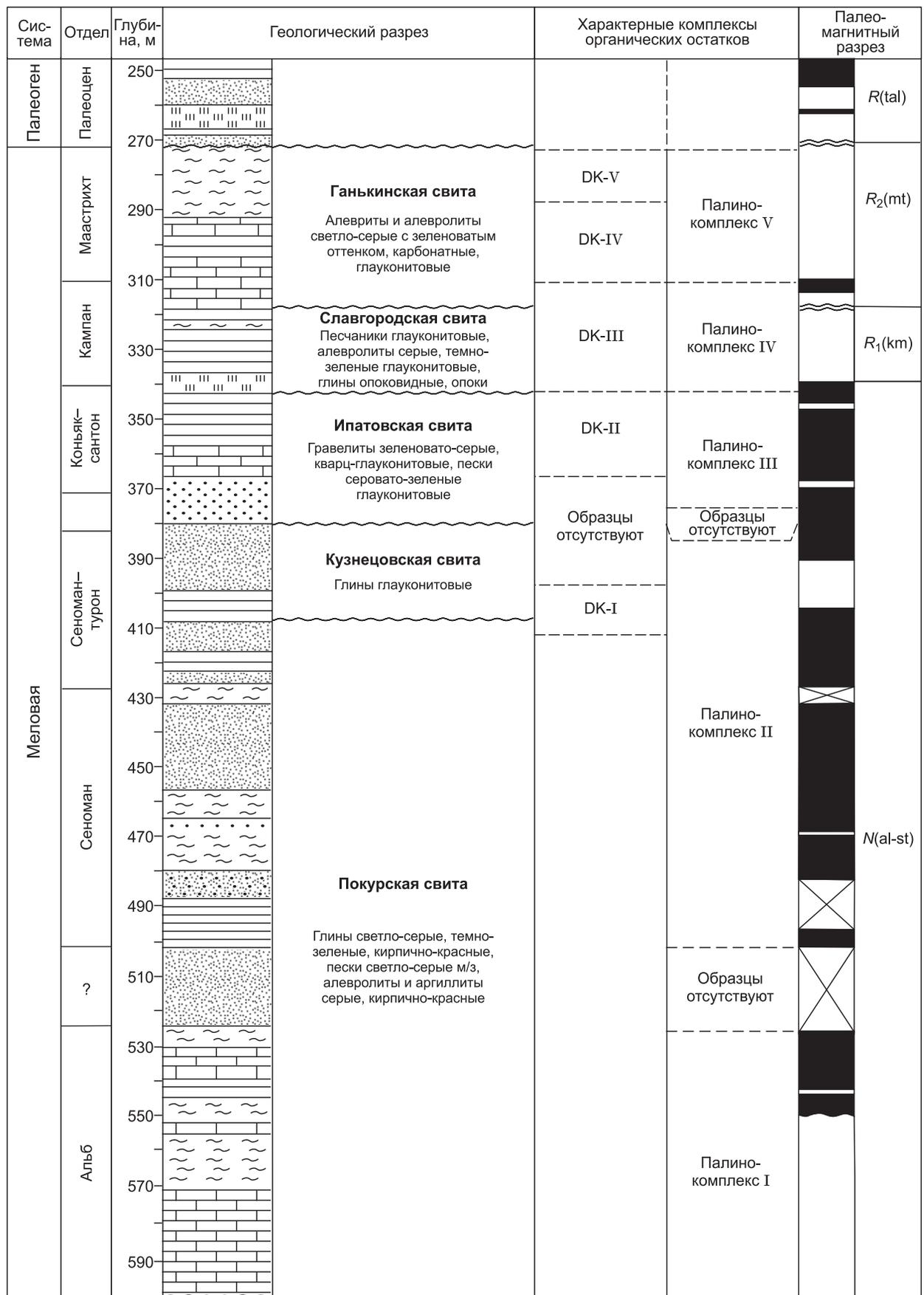


Рис. 5. Магнитобиостратиграфический разрез меловых отложений скв. 8.

Усл. обозн. см. на рис. 4.

ную обратную намагниченности. Характер распределения разнонаправленной характеристической намагниченности по разрезу скважины (палеомагнитный разрез) показан на рис. 4.

Магнитобиостратиграфический разрез. Палеомагнитная колонка, построенная по характеристической компоненте намагниченности и привязанная к палеонтологическим данным, отчетливо подразделяется на три магнитозоны (снизу вверх): одна прямой и две обратной полярности и имеет следующее строение. Покурская свита мощностью 185 м, охарактеризованная палинокомплексами ПК-I и ПК-II, а в самой верхней части комплексом диноцист ДК-I (возраст альб—турон), имеет в целом прямую полярность. На фоне этой полярности выделяются два маломощных горизонта обратной намагниченности в нижней (545—543 м) и средней (468—466 м) частях свиты (рис. 5). Согласно датировкам отложений по палинологическим данным, первый из этих *R*-горизонтов соответствует альбу, второй — сеноману. Кузнецовская, ипатовская и самые низы славгородской свиты, охарактеризованные палинокомплексами ПК-II и ПК-III, комплексом диноцист ДК-I и ДК-II (что позволяет датировать эти отложения как турон, коньяк—сантон), также имеют прямую полярность, на фоне которой фиксируются три горизонта обратной намагниченности в нижней, средней и верхней частях этого интервала (см. рис. 5). Нижний горизонт обратной намагниченности мощностью 14 м (406—392 м) документируется в средней части кузнецовской свиты. Два других горизонта обратной намагниченности располагаются в нижней (372—368 м) и верхней (347—345 м) частях ипатовской свиты. Согласно датировкам отложений по диноцистам и палинологическим данным *R*-горизонт в кузнецовской свите соответствует среднему—верхнему турону, а два вышележащих *R*-горизонта — коньяк—сантону. Славгородская и ганькинская свиты, охарактеризованные палинокомплексами ПК-IV и ПК-V, комплексами диноцист ДК-III, ДК-IV и ДК-V (что позволяет датировать отложения кампаном и маастрихтом) вплоть до границы с палеогеном имеют обратную полярность, за исключением 3-метрового горизонта прямой намагниченности в основании славгородской свиты, который относится к верхам нижележащей магнитозоны прямой полярности. В нижней части ганькинской свиты (312—310.5 м) на фоне обратной полярности фиксируется горизонт прямой намагниченности *N*-горизонт. Обратная полярность славгородской свиты, датируемая по палеонтологическим данным (диноцисты, палинокомплексы) кампаном, а также обратная полярность ганькинской свиты, датируемая по палеонтологическим данным (двустворчатые моллюски, аммониты, гастроподы, диноцисты, палинокомплексы) нижним маастрихтом, дают возможность заключить, что верхний кампан с соответствующей ему флорой, фауной и прямой полярностью, в разрезе исследуемой скважины отсутствует — попадает в перерыв. Такой вывод позволяет выделить две магнитозоны обратной полярности, разделенные перерывом, объемом в интервал прямой полярности в кампанском ярусе [Gradstein et al., 2008]: одну в славгородской свите (кампан) и другую в ганькинской свите (маастрихт). Таким образом, обобщая в целом полученные данные, следует отметить, что покурская, кузнецовская и ипатовская свиты общей мощностью 210 м, имеющие прямую полярность с пятью горизонтами обратной намагниченности в ней, образуют одну мощную зону прямой полярности — *N*(al-st). А славгородская и ганькинская свиты мощностью 75 м образуют две магнитозоны обратной полярности — R_1 (km) и R_2 (mt). Относительно структуры палеомагнитной записи в целом, следует отметить, что наличие пропусков (до 10 м) в палеомагнитной колонке не исключает возможности существования здесь *g*-интервалов. Однако маловероятно, чтобы за счет их выявления палеомагнитная структура зоны существенно изменилась и повлияла на ее сопоставление с мировой шкалой. Таким образом, составленная палеомагнитная колонка на основе палеонтологических и литолого-стратиграфических данных была привязана к региональной стратиграфической шкале.

На основе реперных уровней, которыми являлись хорошо охарактеризованные по палеонтологическим данным магнитозоны, созданный магнитобиостратиграфический разрез может быть сопоставлен с мировыми шкалами. На сегодняшний день существуют несколько магнитостратиграфических [Дополнения..., 2000; Молоствовский, 2002; Гужиков и др., 2007] и магнитохронологических [Харленд и др., 1985; Cande, Kent, 1992; Gradstein et al., 1995, 2004, 2008; и др.] шкал. Те и другие шкалы постоянно совершенствуются и обновляются на основе новых данных, полученных по результатам палеомагнитных исследований на континентах в наиболее важных геологических провинциях. Выделенная в палеомагнитном разрезе скважины длительная магнитозона прямой полярности *N*(al-st), охватывающая альб, сеноман, турон, коньяк, сантон, согласно традиционному расчленению Общей магнитостратиграфической шкалы на гиперзоны [Дополнения..., 2000; Молоствовский, 2002; и др.], соответствует гиперзоне Джалал и может быть сопоставлена с хроном С34 мировой магнитохронологической шкалы в возрастных интервалах ~112.5—83.6 млн лет [Gradstein et al., 2004, 2008]. Две магнитозоны обратной полярности, охватывающие большую часть кампана (славгородская свита) — R_1 (km) и маастрихт (ганькинская свита) — R_2 (mt) сопоставляются с хронами С33(r) и С31(r) в абсолютном летоисчислении 83.6—80 и 71—68.5 млн лет соответственно (рис. 6). На этом рисунке магнитостратиграфический разрез меловых отложений скважины представлен в возрастном варианте.

Магнитохронологическая шкала
[Gradstein et al., 2008]

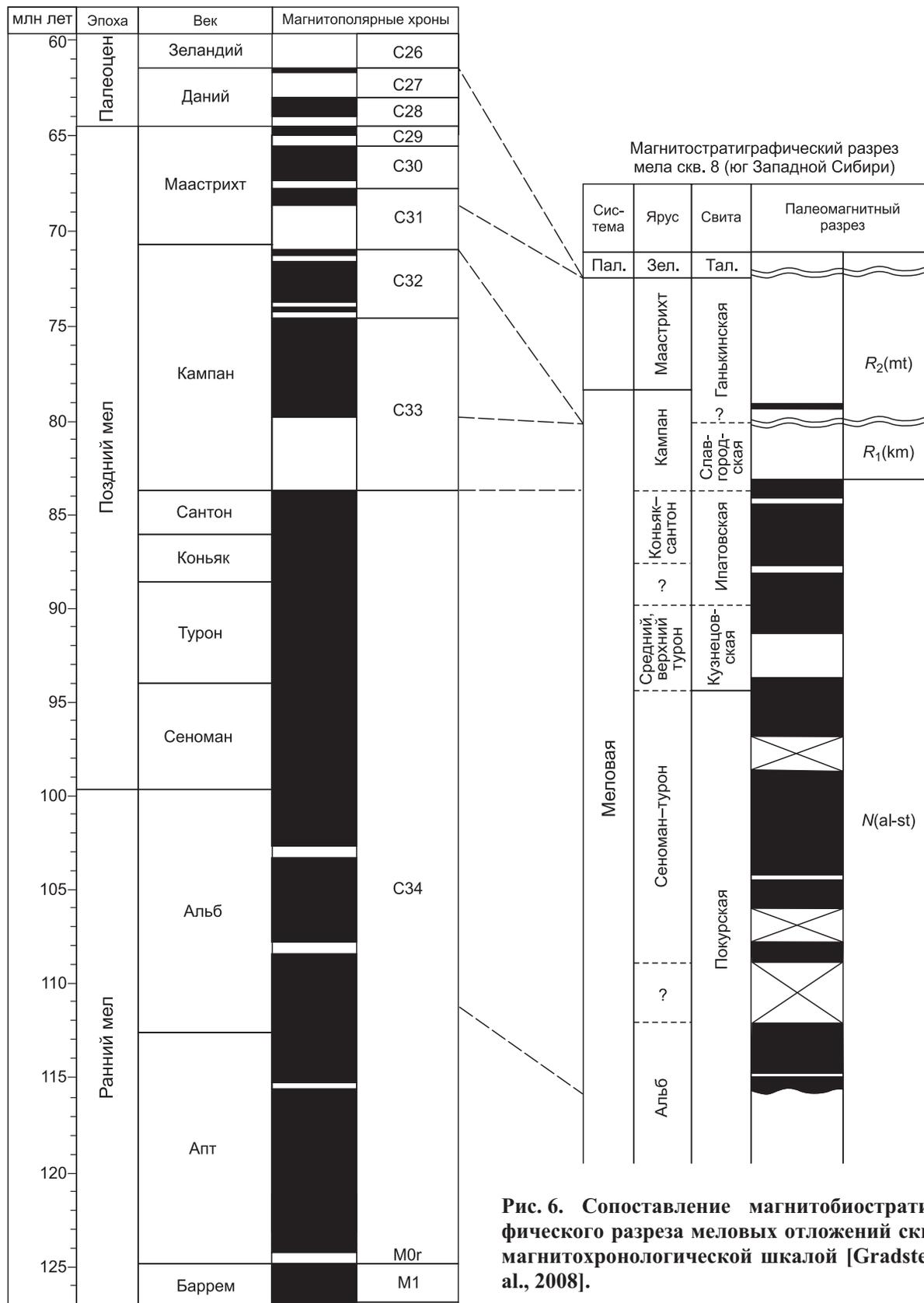


Рис. 6. Сопоставление магнитобиостратиграфического разреза меловых отложений скв. 8 с магнитохронологической шкалой [Gradstein et al., 2008].

Сопоставляя магнитобиостратиграфический разрез меловых отложений скв. 8 с мировой магнитохронологической шкалой [Gradstein et al., 2008] можно оценить длительность перерыва между славгородской — R_1 (km) и ганькинской — R_2 (mt) свитами, которая будет составлять приблизительно 9 млн лет и охватывать, вероятно, часть верхнего кампана. Таким образом, из разреза выпадают хроны прямой полярности C33(n) и C32 (верхний кампан) в возрастном диапазоне 80—71 млн лет. А длительность перерыва между ганькинской — R_2 (mt) и талицкой — R (tal) свитами будет определяться продолжительностью хронов C31(n), C30, C29, C28, C27 (~ 68.5—61.5 млн лет).

Одним из важных выводов выполненной работы является обнаружение 14-метрового R -горизонта, датированного туроном, в длительной прямой монополярной магнитозоне N (al-st), соответствующей альбе, сеноману, турону, коньяку, сантону. Этим фактом еще раз подтверждается все более проявляющаяся в последние годы тенденция к усложнению структуры мелового монополярного суперхрона прямой полярности за счет выявления в нем новых инверсий и эпизодов [Гужиков и др., 2007].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате детальных палеомагнитных исследований в комплексе с палеонтологическими данными создан магнитобиостратиграфический разрез меловых отложений, вскрытых скв. 8, которая пробурена в южной краевой части Омского прогиба (юг Западной Сибири). Полученные биостратиграфические данные показали, что исследуемые отложения образовались во временном интервале от альба до маастрихта. Установлено существование длительной магнитозоны прямой полярности N (al-st) в альбе, сеномане, туроне, коньяке, сантоне (покурская, кузнецовская, ипатовская свиты) с пятью горизонтами обратной намагнитности — хрон C34. В верхней части исследуемых отложений зафиксированы две магнитозоны обратной полярности, занимающие нижнюю часть кампана (славгородская свита) — R_1 (km) и нижнюю часть маастрихта (ганькинская свита) — R_2 (mt), — хроны C33(r) и C31(r) с перерывом между ними — хроны C33(n) и C32. Корректность палеомагнитных данных, положенных в основу построения палеомагнитного разреза меловых отложений, вскрытых этой скважиной, определялась компонентным составом естественной остаточной намагнитченности пород, возможностью выделить ее первичную компоненту, а также структурным сходством палеомагнитного разреза меловых отложений скважины с магнитостратиграфической и магнитохронологической шкалами, а также с магнитостратиграфическими разрезами одновозрастных отложений других регионов, таких, например, как Туаркыр, Кавказ, Копетдаг, Поволжье [Гужиков и др., 2007].

Работа подготовлена при поддержке грантов РФФИ 09-05-00210, 10-05-00021 и грантов Президиума РАН «Фундаментальные проблемы океанологии: физика, геология, биология, экология» и «Происхождение биосферы и эволюция геобиологических систем».

ЛИТЕРАТУРА

Гнибиденко З.Н., Лебедева Н.К., Доля Ж.А. Магнитостратиграфический и палинологический анализ меловых отложений по скважине 8 Русско-Полянского района (юго-восточная часть Западной Сибири) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы совещания. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2008, с. 58—61.

Гужиков А.Ю., Барабошкин Е.Ю., Фомин В.А. Магнитостратиграфическая шкала меловой системы: современное состояние, проблемы построения и перспективы развития // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Саратов, Изд-во СГУ, 2007, с. 69—86.

Дополнения к стратиграфическому кодексу России. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2000, 112 с.

Лебедева Н.К., Александрова Г.Н., Шурыгин Б.Н., Овечкина М.Н., Гнибиденко З.Н. Палеонтологическая и магнитостратиграфическая характеристика верхнемеловых отложений по скважине 8 Русско-Полянского района (юг Западной Сибири) // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2012, № 6, с. 65—78.

Молостовский Э.А. Шкала магнитной полярности фанерозоя. Ее современная структура и значение для стратиграфии и геодинамики // Геология, геохимия и геофизика на рубеже XX и XXI веков. Т. 3. «Геофизика». М., Региональная общественная организация ученых по проблемам прикладной геофизики, 2002, с. 63—64.

Молостовский Э.А., Храмов А.Н. Магнитостратиграфия и ее значение в геологии. Саратов, Изд-во СГУ, 1997, 179 с.

Палеомагнитология / Ред. А.Н. Храмов. Л., Недра, 1982, 312 с.

Подобина В.М., Ксенева Т.Г. Стратиграфия и микрофауна верхнего мела юга Западной Сибири // Изв. БО РГО, 2007, вып. 28, с. 26—30.

Харленд У.В., Кокс А.В., Ллевелин П.Г., Пиктон К.А.Г., Смит А.Г., Уолтерс Р. Шкала геологического времени. М., Мир, 1985, 139 с.

Храмов А.Н., Шолпо Л.Е. Палеомагнетизм. Л., Недра, 1967, 252 с.

Cande S.C., Kent D.V. A new Geomagnetic Polarity Time Scale for the Late Cretaceous and Cenozoic // J. Geophys. Res., 1992, v. 97, № B10, p. 13917—13951.

Gradstein F.M., Agterberg F.P., Hardenbol J., Van Veen P., Thierry J., Huang Z.A. Triassic, Jurassic and Cretaceous Time Scale // Geochronology Time Scales and Global Stratigraphic Correlation, SEPM Special Publication, 1995, № 54, p. 95—126.

Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G. A Geological Time Scale. Cambridge University Press, 2004, 589 p.

Gradstein F.M., Ogg J.G., van Kranendonk M. On the Geological Time Scale 2008 // Newsletters on Stratigraphy, 2008, v. 43, № 1, p. 5—13.

Enkin R.J. A computer program package for analysis and presentation of paleomagnetic data. Pacific Geoscience Centre, Geol. Survey Canada. Sidney. 1994, 16 p.

Kirschvink J.L. The least square line and plane and the analysis of paleomagnetic data // Geophys. J. Roy. Astron. Soc., 1980, v. 62, p. 699—718.

Zijderveld J.D.A. A.C. demagnetization of rocks: analysis of results // Methods in paleomagnetism. Amsterdam, Elsevier, 1967, p. 254—286.

*Рекомендована к печати 15 сентября 2011 г.
А.Д. Дучковым*

*Поступила в редакцию
15 апреля 2011 г.*