

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ И МАГНИТОСТРАТИГРАФИЯ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ И ПОГРАНИЧНЫХ МЕЛ-ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГА КУЛУНДИНСКОЙ ВПАДИНЫ (Западная Сибирь)

З.Н. Гнибиденко¹, А.В. Левичева¹, Н.Н. Семаков^{1,2}, Г.Г. Русанов³

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

² Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

³ Горно-Алтайская экспедиция, 659370, Алтайский край, с. Малоенисейское, ул. Советская, 15, Россия

Рассмотрены результаты палеомагнитных исследований верхнемеловых и пограничных мел-палеогеновых отложений юга Кулундинской впадины (Алейская площадь). Изучены керны двух скважин общей мощностью 305 м. На основе выделенной в исследуемых отложениях характеристической компоненты естественной остаточной намагниченности (ChRM) были построены палеомагнитные колонки для каждой скважины, выполнено сопоставление разрезов скважин между собой. С учетом палеомагнитных, геолого-стратиграфических и палеонтологических данных разработан магнитостратиграфический разрез верхнемеловых и пограничных мел-палеогеновых отложений юга Кулундинской впадины.

В этом разрезе зафиксированы пять магнитопольных зон: одна прямой и четыре обратной полярности, представляющих отложения верхнего мела и нижнего палеогена. Нижняя часть ганькинского горизонта, имеющая прямую полярность, образует одну магнитозону прямой полярности N . Верхнюю часть ганькинского горизонта характеризуют две магнитозоны обратной полярности — R_{1km} и R_{2mt} . Нижнепалеогеновые талицкая и люлинворская свиты образуют две магнитозоны обратной полярности — R_{1zl} и R_{2i} . Разработанный магнитостратиграфический разрез верхнемеловых и нижнепалеогеновых отложений сопоставлен с магнитохронологической шкалой, при этом рассмотрены два варианта сопоставления нижней прямо намагниченной части составленного разреза со шкалой Градштейна.

Палеомагнетизм, магнитостратиграфия, ортозона, инверсия, верхний мел, нижний палеоген, юг Кулундинской впадины, Западная Сибирь.

PALEOMAGNETISM AND MAGNETOSTRATIGRAPHY OF THE UPPER CRETACEOUS AND CRETACEOUS–PALEOGENE BOUNDARY DEPOSITS IN THE SOUTH OF THE KULUNDA BASIN (*West Siberia*)

Z.N. Gnibidenko, A.V. Levicheva, N.N. Semakov, and G.G. Rusanov

We discuss the results of paleomagnetic studies of the Upper Cretaceous and Cretaceous–Paleogene boundary deposits in the south of the Kulunda basin (Alei area). Cores of two boreholes with a total thickness of 305 m were studied. Based on the revealed characteristic component of natural remnant magnetization (ChRM) in the studied deposits, we constructed paleomagnetic columns for each borehole and compared the borehole sections. Using the paleomagnetic, geological, stratigraphic, and paleontological data, we compiled the magnetostratigraphic section of the Upper Cretaceous and Cretaceous–Paleogene boundary deposits in the south of the Kulunda basin and recognized five magnetopolar zones within it: one of direct polarity and four of reverse polarity (Upper Cretaceous and Lower Paleogene deposits). The lower part of the Gan'kino Horizon, of direct polarity, forms one magnetozone of direct polarity N , and the upper part forms two magnetozones of reverse polarity, R_{1km} and R_{2mt} . The Lower Paleogene Talitsa and Lyulinvor Formations form two magnetozones of reverse polarity, R_{1zl} and R_{2i} . The compiled magnetostratigraphic section of the Upper Cretaceous and Lower Paleogene deposits is juxtaposed with the magnetostratigraphic scale. Two variants of juxtaposition of the lower directly magnetized part of the section with the Gradstein scale are considered.

Paleomagnetism, magnetostratigraphy, orthozone, reversal, Upper Cretaceous, Lower Paleogene, South of the Kulunda basin, West Siberia

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных задач палеомагнетизма мезозоя Западно-Сибирской плиты и мела, в частности, является разработка шкалы магнитной полярности этого временного интервала. Первые палеомагнитные исследования меловых отложений в этом регионе были выполнены Г.А. Пospelовой с соавторами [Пospelова и др., 1967; Пospelова, Ларионова, 1971], а в последнее время по северу Сибири этим исследованиям были посвящены публикации В. Хоша с соавторами, А.Ю. Гужикова и Е.Ю. Барабошкина, В.Ю. Брагина с соавторами [Хоша и др., 2007; Гужиков, Барабошкин, 2008; Брагин и др., 2013]. В настоящее время нами начаты планомерные комплексные палеомагнитные и палинологические исследования верхнемеловых отложений юга Западной Сибири [Гнибиденко и др., 2012, 2014, 2015; Лебедева и др., 2013]. Предлагаемая статья является продолжением начатых нами исследований. Она посвящена палеомагнетизму и магнитостратиграфии верхнемеловых и пограничных мел-палеогеновых отложений, вскрытых двумя скважинами (23 и 19) в южной части Кулундинской впадины на крайнем юго-западе Алтайского края (между $51^{\circ}55'$ — $51^{\circ}45'$ с.ш. и $80^{\circ}10'$ — $80^{\circ}20'$ в.д., рис. 1). Выполняемая работа важна в двух аспектах: фундаментальном и прикладном. Полученный материал внесет свой вклад в разработку шкалы геомагнитной полярности мела Западно-Сибирской плиты (ЗСП). В то же время разработанный магнитостратиграфический разрез может быть использован как инструмент для анализа полноты геологического разреза, масштаба размывов и перерывов в осадконакоплении. Все выполненные нами исследования носили комплексный характер и осуществлялись с учетом палеомагнитных, палеонтологических и геолого-стратиграфических данных.

Палеомагнитные материалы дают исследователям надежный фактический материал в виде длинных временных рядов, являющихся потенциальными носителями информации о структуре и эволюции геомагнитного поля за сотни миллионов лет. Вариации прямого и обратного магнитного наклоения (инверсии в нашем случае) могут рассматриваться в качестве как региональных, так и глобальных палеомагнитных реперов. Построенный на их основе сводный магнитостратиграфический разрез верхнемеловых и пограничных мел-палеогеновых отложений служит надежным инструментом для расчленения, корреляции и стратификации осадочных толщ.

ГЕОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ

Рассматриваемая территория — юг Кулундинской впадины — в позднемеловую и раннепалеогеновую эпоху представляла собой аккумулятивную аллювиальную равнину, где верхнемеловые и нижнепалеогеновые отложения подстилаются породами палеозойского фундамента и нижнесреднеюрскими образованиями [Русанов, 2009]. Фациальный профиль меловых осадков тесно связан с тектоническим районированием Кулундинской впадины. Палеозойский фундамент ступенями погружается с востока, севера и юга к центру впадины, где залегает на глубинах 400—500 м [Адаменко, 1974]. В пределах впадины выделяются несколько ступеней (структур II порядка), или структурных террас, в число которых входит Рубцовская структурная терраса, где находится исследуемый район. Здесь, в Алейской ложбине, палеомагнитному изучению была подвергнута вся толща верхнемеловых и нижнепалеогеновых отложений, вскрытых скважинами 23 и 19 на глубинах 370—190 м. Геолого-стратиграфическая разбивка приводится по данным геолога Г.Г. Русанова. По геолого-стратиграфическим и палинологическим [Подобина и др., 2011] данным, эти отложения относятся к трем последовательно залегающим и сменяющим друг друга снизу вверх горизонтам и одноименным им свитам — ганькинской (кампан, маастрихт), талицкой (зеландий) и люлинворской (ипр). Как будет показано ниже, палеомагнитные данные позволили выполнить корректировку возраста исследованных отложений, установленного на основании палинологических [Подобина и др., 2011] и геолого-стратиграфических данных, удревняя нижнюю часть этих отложений.



друга снизу вверх горизонтам и одноименным им свитам — ганькинской (кампан, маастрихт), талицкой (зеландий) и люлинворской (ипр). Как будет показано ниже, палеомагнитные данные позволили выполнить корректировку возраста исследованных отложений, установленного на основании палинологических [Подобина и др., 2011] и геолого-стратиграфических данных, удревняя нижнюю часть этих отложений.

Рис. 1. Местоположение исследуемых скважин.

1 — граница Западно-Сибирской плиты, 2 — скважины.

Верхний мел. Ганькинская свита (K_2gn) (скв. 23, инт. 375.3—234.2 м; скв. 19, инт. 340.9—243.0 м) сложена аллювиально-озерными буроцветными отложениями, представленными глинами, переслаиванием глин и песков, песками. Глины серовато-зеленые, светло-серые, темно-серые и красновато-бурые, плотные, иногда алевритистые, местами с раковистым изломом, вверху с растительным детритом. Пески тонкозернистые, глинистые, светло- и темно-серые; песчаники тонкозернистые серые и светло-серые, глинистые, кварц-полевошпатовые.

Нижний палеоген. Талицкая свита (P_{1tl}) (скв. 23, инт. 234.2—210 м; скв. 19, инт. 243.0—220.0 м) сложена коричнево-серыми, серыми и темно-серыми алевритистыми глинами (иногда аргиллитоподобными) с мелкими карбонатными конкрециями, с углистым рассеянным веществом и песками от бурого до серого оттенков, тонко- и мелкозернистыми, кварц-полевошпатовыми. Люлинворская свита (P_{1ll}) (скв. 23, инт. 210.0—190.0 м) представлена глинами светло-серыми и голубовато-серыми песчанистыми и плотными с рассеянным углистым веществом.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И АППАРАТУРА

Из керна двух исследуемых скважин было отобрано 440 ориентированных «верх-низ» образцов-кубиков, представляющих 116 стратиграфических уровней (штуфов). Из одного штуфа (стратиграфического уровня) выпиливали 3—4 образца-кубика. Штуфы отбирали равномерно через 0.6—1.0—1.5 м, если позволяла ситуация. При отборе песчаных разностей использовался специально разработанный для этой цели пробоотборник А.А. Бишаева. Условное обозначение «отсутствие данных» в палеомагнитных разрезах скважин 23 и 19 означает, что из этого интервала разреза невозможно было отобрать образцы для палеомагнитных и палинологических исследований. После транспортировки коллекции образцов в лабораторию последняя в течение 1—2 мес выдерживалась по направлению магнитного поля для того, чтобы величина и направление естественной остаточной намагниченности пород вернулись к их естественному состоянию, нарушенному в результате отбора и транспортировки. Лабораторные исследования и обработка полученных данных выполнялись в соответствии со стандартной методикой [Zijderveld, 1967; Храмов, Шолпо, 1967; Kirschvink, 1980; Палеомагнитология, 1982; Молоствовский, Храмов, 1997; Дополнения..., 2000]. При этом использовались программные продукты Remasoft 3.0. Выделение компонент естественной остаточной намагниченности (J_n , ЕОН) проводилось методами ступенчатого терморазмагничивания и размагничивания переменным магнитным полем.

Измерения естественной остаточной намагниченности проводились на приборах JR-4 и JR-6A, магнитной восприимчивости — на капаметрах КТ-5, KLY-2. Магнитные чистки осуществлялись на установках TD48 и LDA-3A, а также на размагничивающей установке переменного поля (криогенный магнитометр 2G Enterprises) в Палеомагнитном центре ИНГГ СО РАН. Дифференциальный термомагнитный (ДТМА) и термомагнитный (ТМА) анализы были выполнены на магнитных весах в палеомагнитной лаборатории Казанского (Приволжского) Федерального университета и на термомагнитном анализаторе фракций ТАФ (Россия, ГО Борок) в лаборатории тектоники Института тектоники и геофизики ДВО РАН (г. Хабаровск).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Магнитные свойства пород. Изученные верхнемеловые и пограничные мел-палеогеновые отложения обладают относительно малой величиной естественной остаточной намагниченности, изменяющейся в среднем в пределах 0.12—0.95 мА/м. Величина магнитной восприимчивости также невелика и не превышает 33×10^{-5} ед. СИ. Глинистые отложения нижней части ганькинской свиты в скв. 23 отмечены повышенными значениями χ и J_n . Фактор Q_n (отношение естественной остаточной намагниченности к индуктивной) меняется в основном от 0.07 до 0.50. Соотношение скалярных магнитных параметров (ЕОН и χ) исследуемых образцов двух скважин показано на рис. 2. Подробную картину распределения магнитных параметров иллюстрирует таблица магнитных параметров и палеомагнитные разрезы скважин 23 и 19. Значения фактора Q_n для исследованных верхнемеловых и мел-палеогеновых образцов пород меньше единицы, за исключением двух штуфов (стратиграфических уровней) в скв. 23, что свидетельствует об ориентационной природе намагниченности, которая характерна для первичной намагниченности. Значения $Q_n > 2$, зафиксированные у двух штуфов в скв. 23, по-видимому, можно объяснить ориентационно-химической намагниченностью, обусловленной химическими изменениями в составе магнитных минералов-носителей намагниченности.

Компонентный состав и природа естественной остаточной намагниченности пород. Минералы-носители намагниченности горных пород определены с помощью термомагнитного (ТМА) и дифференциального термомагнитного (ДТМА) анализов. Эти анализы по индуцированной намагниченности выполнены на термомагнитном анализаторе фракций (ТАФ) и регистрирующих крутильных весах [Буров, Ясонов, 1979]. Наиболее четкие диаграммы получены на анализаторе фракций ТАФ на сепариро-

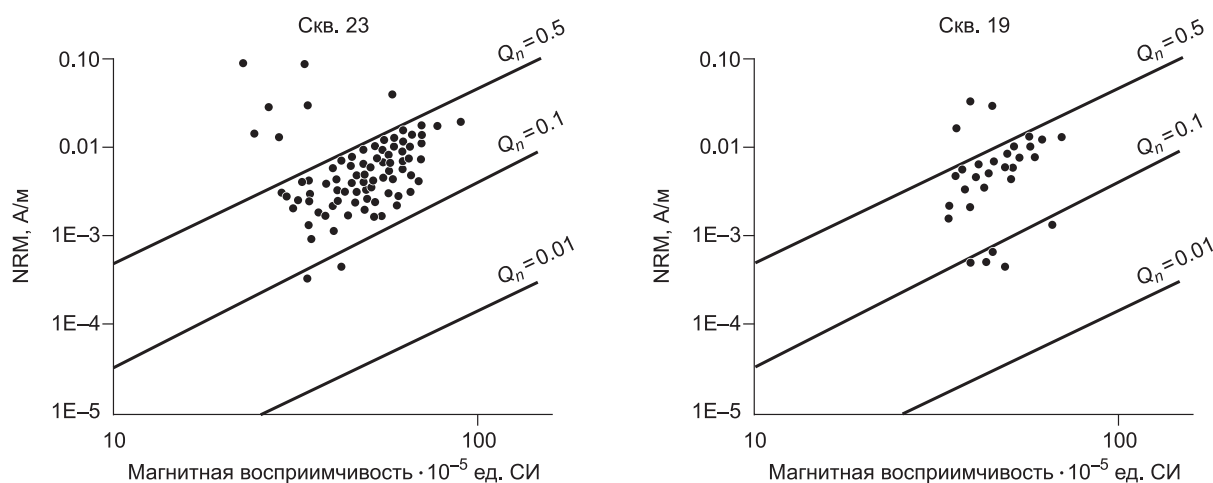


Рис. 2. Скалярные магнитные характеристики образцов горных пород скважин.

ванных образцах. Для образцов получены две диаграммы последовательного нагрева до 700 °С. Кривые дифференциального термомагнитного dJ/dT и термомагнитного $J(T)$ анализов приведены на рис. 3. Все полученные диаграммы, за исключением одной (обр. 22.3, скв. 23), однотипны (вогнутые). Кривая $J(T)$ 1 обр. 22.3 — выпуклая, что, по-видимому, можно объяснить большим содержанием магнитных минералов в этом образце (ферромагнитная кривая), нежели в других образцах (парамагнитная кривая). Анализ этих диаграмм показывает, что магнитная фаза с температурой Кюри 575—580 °С на дифференциальной кривой первого нагрева и перегиб термомагнитной кривой почти в этом же температурном интервале расшифровываются как присутствие в образцах магнетита, возможно, титаномагнетита. Увеличение намагниченности насыщения на кривых $J(T)$ 1 в интервале 500—600 °С в образцах № 5.3, 11.1 и 12.1 объясняется присутствием в породах сидерита, возможно, гетита (гидрогетита) и переходом их в магнетит. Для получения магнитополярной характеристики разрезов исследуемых скважин были выполнены эксперименты по ступенчатому терморазмагничиванию и размагничиванию переменным магнитным полем образцов горных пород. Эти эксперименты выполнены для 30 % всех исследованных образцов (лидирующей коллекции) и распределены равномерно по разрезам двух скважин. В процессе температурной магнитной чистки естественная остаточная намагниченность большей части образцов пород демонстрирует двухкомпонентный, иногда трехкомпонентный, состав ЕОН (рис. 4). Низкотемпературная неустойчивая компонента разрушается преимущественно в интервале температур 100—200—300 °С. Вероятнее всего, это вязкая компонента. Характеристическая компонента намагниченности прямой и обратной полярности выделяется, начиная с 200—300—400 °С, и разрушается вблизи температур 500—600—700 °С. Вторым магнитным минералом-носителем намагниченности, менее распространенным, чем магнетит, является гематит. Термомагнитный и дифференциальный магнитный анализы не зафиксировали его присутствие, поскольку проводились на сепарированных образцах и гематит мог не попасть в отсепарированную фракцию.

Размагничивание образцов пород переменным магнитным полем показало присутствие одной—двух—трех компонент намагниченности: нестабильных (низкокоэрцитивных), выделяющихся в не-

Магнитные характеристики мел-палеогеновых отложений скважин 23 и 19

Свита (горизонт), порода	$N(n)$	$\chi \times 10^{-5}$ ед. СИ	J_n , мА/м	Q_n
Ипатовская? Кузнецовская? (глины, пески, переслаивание глин и песков)	43 (156)	<u>1.0—33.4</u> 5.56	<u>0.04—8.85</u> 0.95	0,36
Ганькинская (глины, пески)	41 (162)	<u>2.0—4.9</u> 2.8	<u>0.08—0.52</u> 0.28	0,20
Талицкая (глины, пески)	14 (54)	<u>1.1—4.3</u> 2.7	<u>0.06—1.31</u> 0.69	0.50
Люлинворская (глины, пески, переслаивание глин и песков)	18 (68)	<u>2.9—4.9</u> 3.9	<u>0.04—0.19</u> 0.12	0.07

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

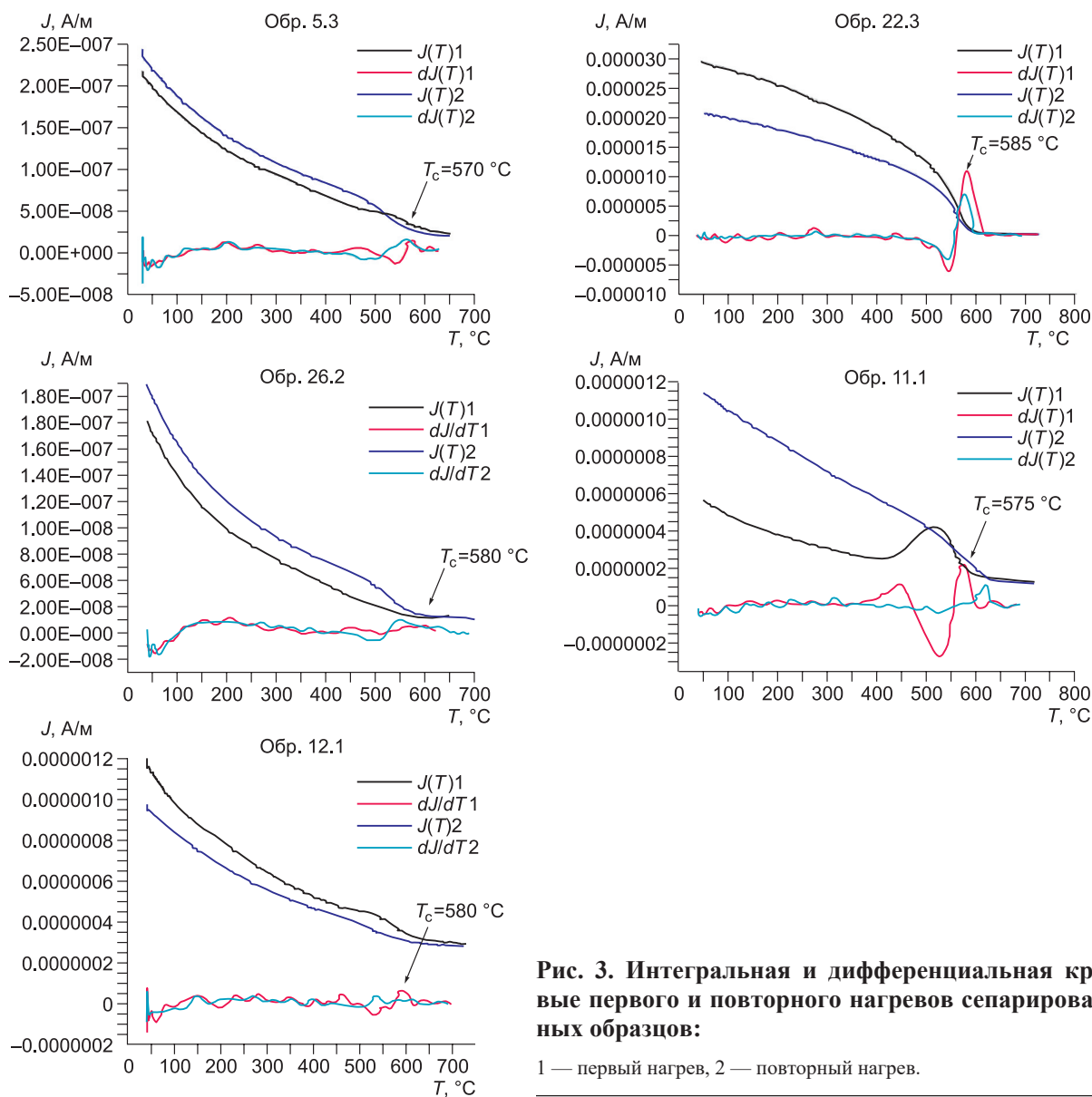
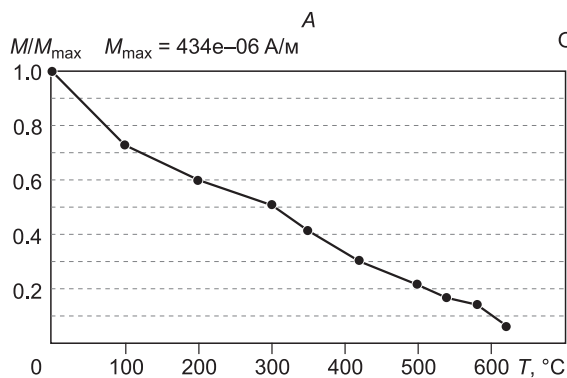


Рис. 3. Интегральная и дифференциальная кривые первого и повторного нагревов сепарированных образцов:

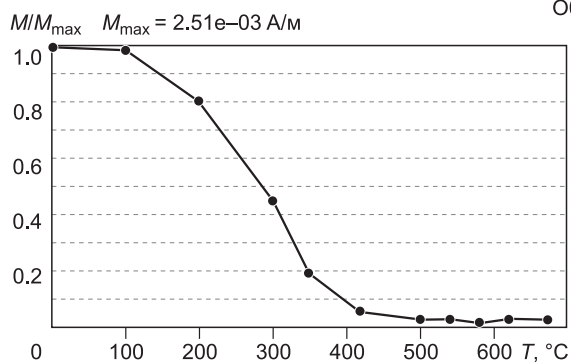
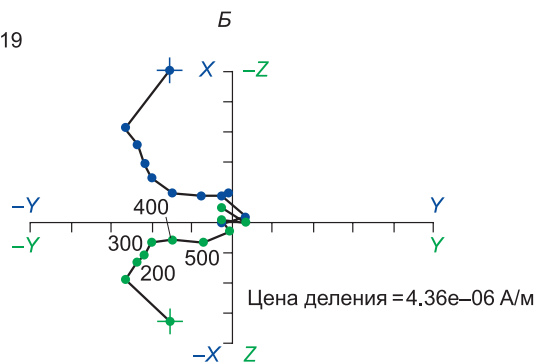
1 — первый нагрев, 2 — повторный нагрев.

больших переменных полях 5—15 мТл и стабильной, выделяющейся в полях от 10—15 до 40 мТл (см. рис. 4). Естественная остаточная намагниченность части образцов пород демонстрирует весьма высокую стабильность к переменному магнитному полю, когда в полях 2—40—50 мТл снимается только 2—3 % величины естественной остаточной намагниченности, а направление намагнитности остается неизменным (см. рис. 4, обр. 10а_1, скв. 19). Для исследуемых верхнемеловых и нижнепалеогеновых пород, вскрытых скважинами 23 и 19, эффективными методами магнитной чистки было терморазмагничивание и размагничивание переменным магнитным полем. В результате экспериментов по терморазмагничиванию отрицательное наклонение части пород несколько уменьшило свое значение, а у некоторых пород положительное наклонение стало отрицательным.

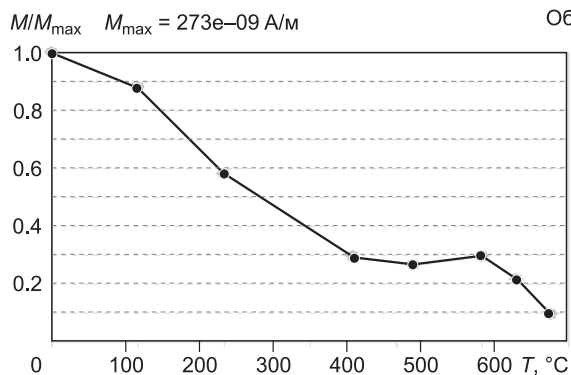
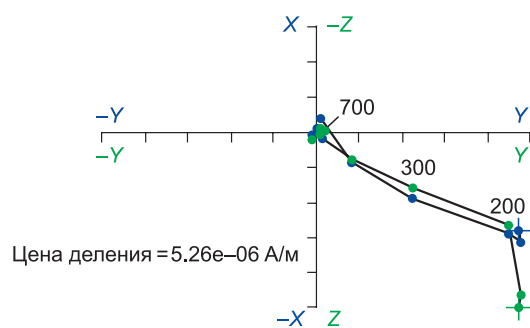
Магнитостратиграфический разрез. Характеристическая компонента намагниченности (ChRM), выделенная в результате магнитных чисток, положена в основу построения палеомагнитных разрезов скважин 23 и 19 (рис. 5 и 6). Палеомагнитный разрез скв. 23, где вскрыты отложения ганькинской, талицкой и люлинворской свит (горизонтов), характеризуется в нижней части (инт. 375—297 м) прямой полярностью с тремя маломощными горизонтами обратной намагниченности, а в верхней части разреза (инт. 297—190 м) — обратной полярностью (см. рис. 5). В палеомагнитном разрезе скв. 19, представленном ганькинской и талицкой свитами, фиксируется обратная полярность поля и только в самых низах ганькинской свиты (инт. 340—335 м) наблюдается прямая полярность поля. Был выполнен расчет средних наклонений по зонам прямой и обратной полярности в исследуемых скважинах. Выяснилось,



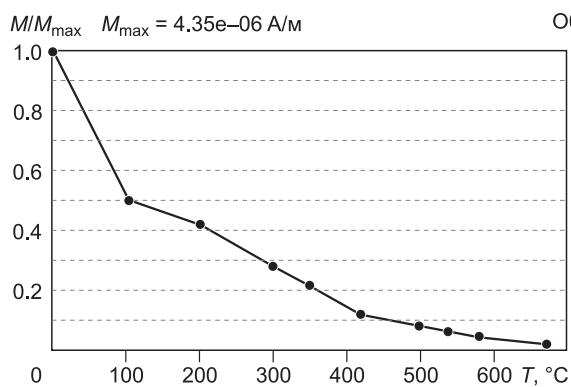
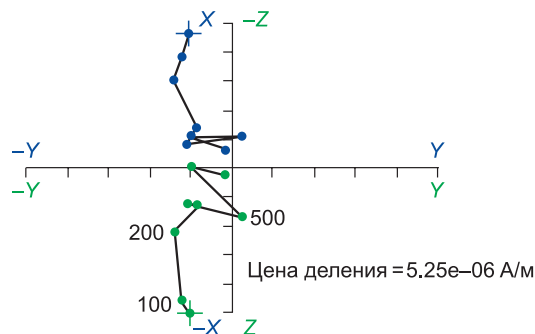
Обр. 9_4, скв. 19



Обр. 10_2, скв. 23



Обр. 20а_1, скв. 19



Обр. 23_2, скв. 23

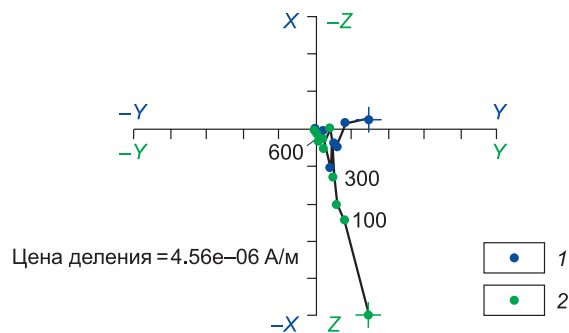
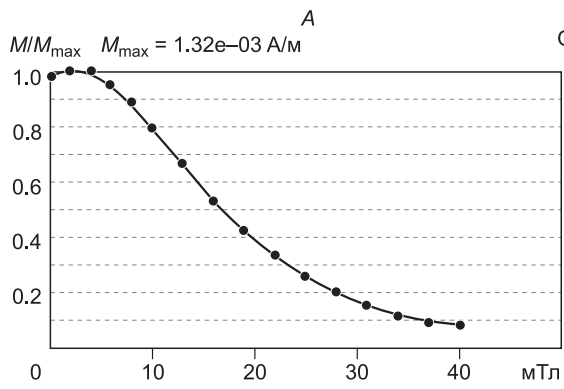
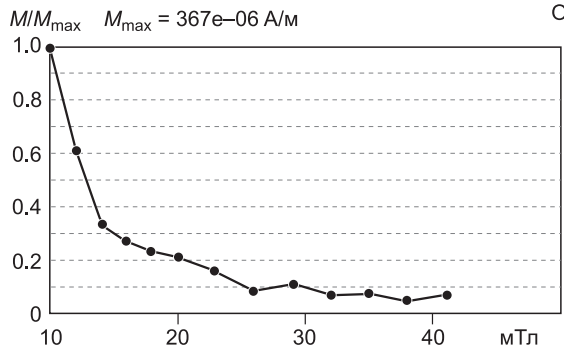
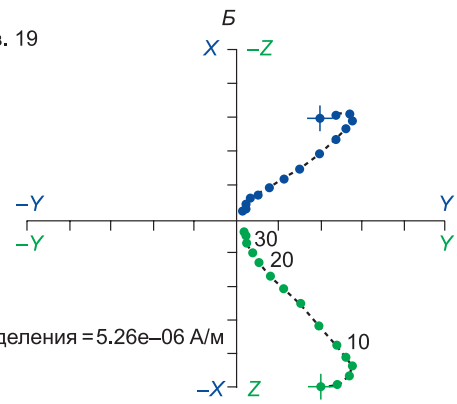


Рис. 4. Графики терморазмагничивания и размагничивания переменным магнитным полем ЕОН и диаграммы Зейдверльда:

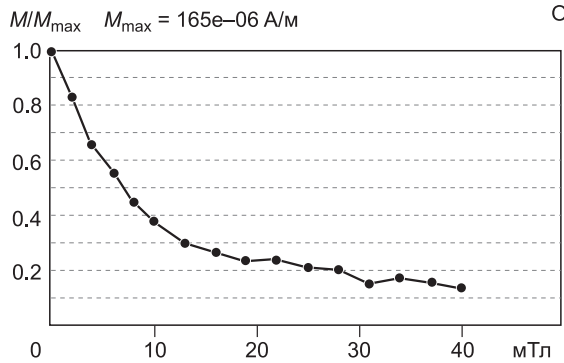
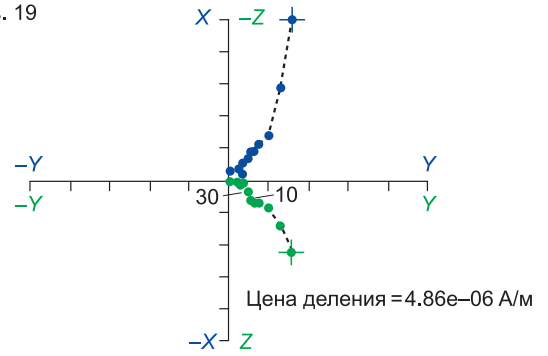
А — нормализованная кривая терморазмагничивания и размагничивания переменным магнитным полем; *Б* — диаграмма Зейдверльда, проекция ЕОН на горизонтальную (1) и вертикальную (2) плоскости.



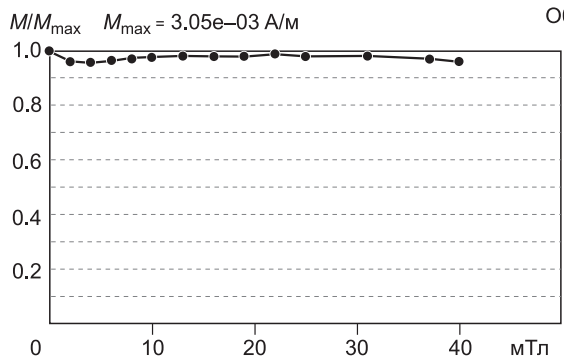
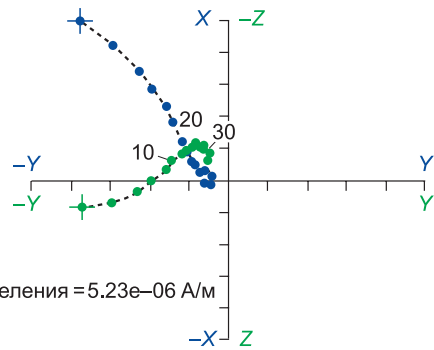
Обр. 9_1, скв. 19



Обр. 6a_1, скв. 19



Обр. 59_2, скв. 23



Обр. 10a_1, скв. 19

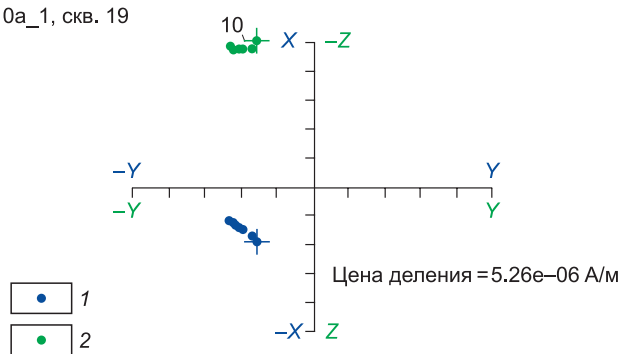


Рис. 4. (Окончание).

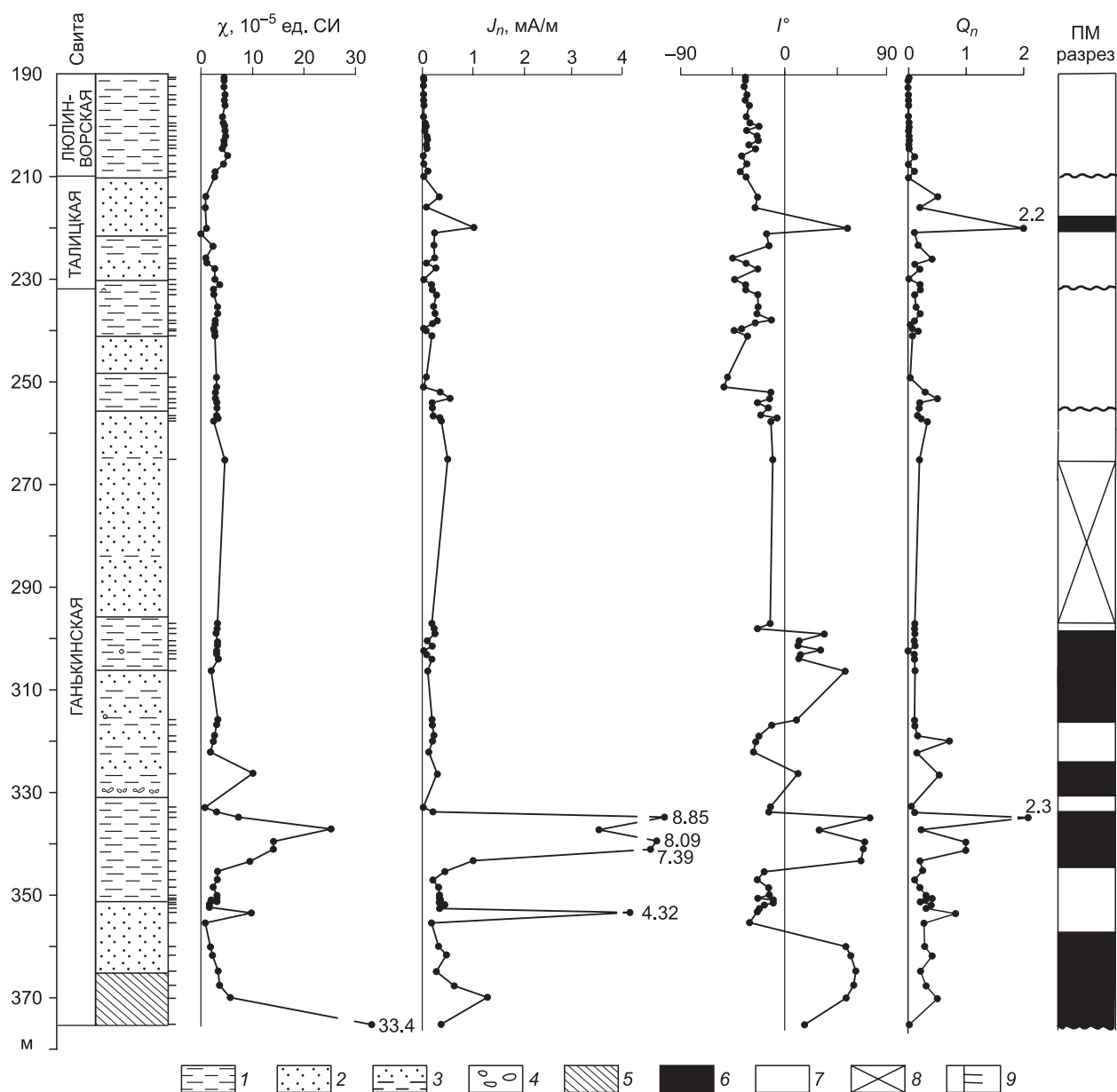


Рис. 5. Магнитостратиграфический разрез верхнего мела и пограничного мел-палеогена скв. 23 (юг Кулундинской впадины, Западная Сибирь).

Здесь и на рис. 6—8: 1 — глина, 2 — песок, 3 — переслаивание глины и песка, 4 — галечник, 5 — кора выветривания; полярности: 6 — прямая, 7 — обратная, 8 — нет данных, 9 — точки отбора образцов.

что в зонах прямой полярности углы наклона меняются от 50 до 64° , а в зонах обратной полярности варьируют от -18 до -34° . Этот факт позволяет предположить, что в зонах обратной полярности за счет вязкой компоненты намагниченности, возникшей в эпоху геомагнитного поля последней прямой полярности хрона Брунес, которая длится почти 1 млн лет, уменьшается отрицательное наклонение. Возможно также, что в некоторых исследуемых образцах пород не полностью выделена первичная намагниченность.

В нижней прямо намагниченной части разреза скв. 23 на глубине 348 м (ганькинский горизонт) С.Н. Бабенко [Подобина и др., 2011] выделен палинокомплекс, обозначим его ПК-I, датирующий эти отложения верхним мелом (кампан—маастрихтом?). Верхняя обратная намагниченная часть разреза скв. 23 (инт. 298—232 м, ганькинский горизонт) и весь ганькинский горизонт в скв. 19 (инт. 340—243 м) на основании палинокомплекса ПК-II, установленного С.Н. Бабенко [Подобина и др., 2011] на глубине 255.5 м в скв. 23, датируется маастрихтом. Палинокомплекс ПК-III с глубины 229.0 м (скв. 23) более молодой, чем ПК-II и отложения, его содержащие, датируются как маастрихт—даний. В этой же сква-

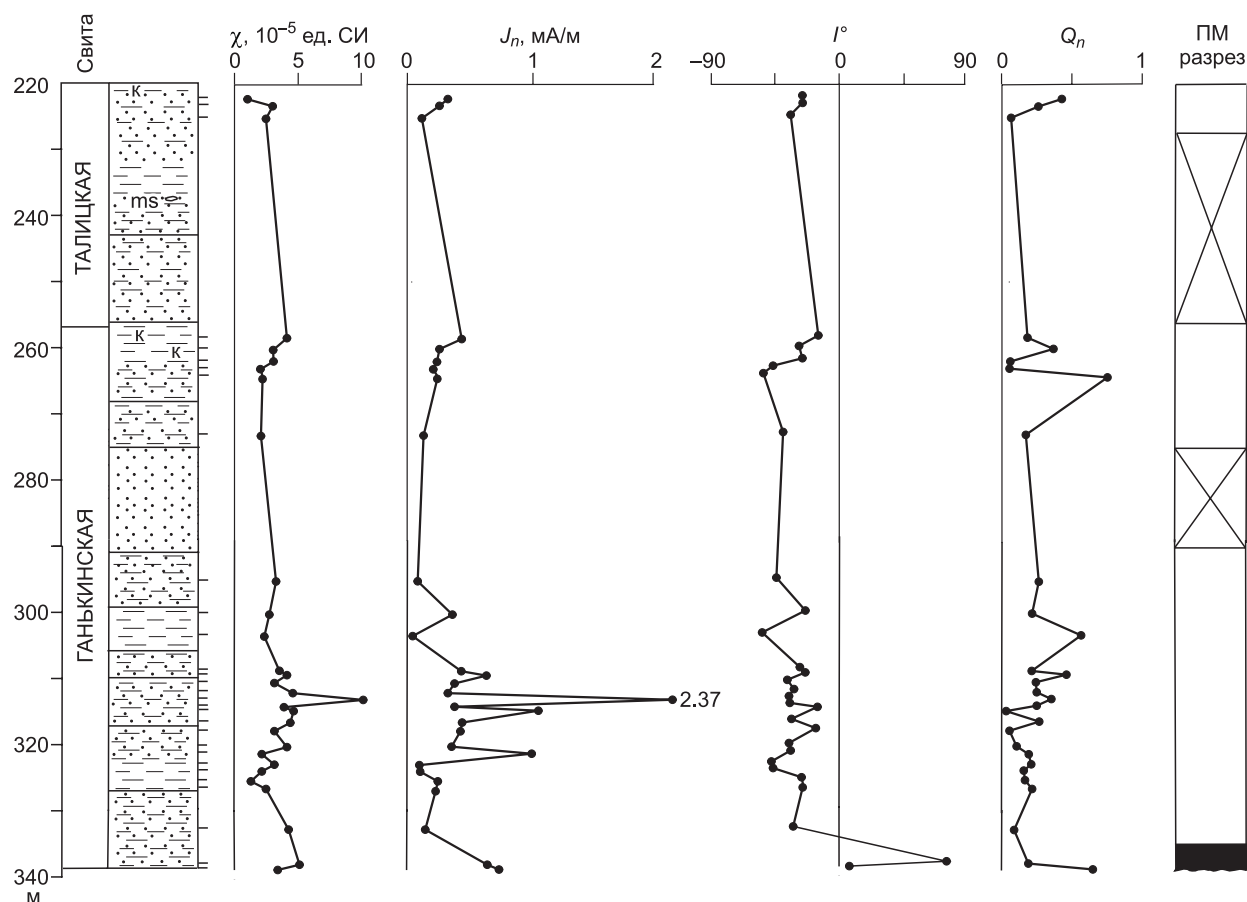


Рис. 6. Магнитостратиграфический разрез верхнего мела и мел-палеогена скв. 19 (юг Кулундинской впадины, Западная Сибирь).

Усл. обозн. см. на рис. 5.

жине на глубине 206.0 м Т.Г. Ксеновой выделен палинокомплекс ПК-IV палеоцен-эоценового? возраста — талицкая и люлинворская свиты.

Палеомагнитные разрезы этих двух скважин были сопоставлены между собой с учетом палеомагнитных, палинологических [Подобина и др., 2011] и геолого-стратиграфических данных. В результате был разработан региональный магнитостратиграфический разрез верхнемеловых и пограничных мел-палеогеновых отложений южной части Кулундинской впадины (рис. 7), который состоит из одной магнитозоны прямой и четырех магнитозон обратной полярности, представляющих региональные горизонты верхнего мела и нижнего палеогена. В двух магнитозонах зафиксированы маломощные горизонты (субзоны) противоположной намагниченности.

Обсуждение результатов. В общем случае критерием идентификации выделенных палеомагнитных зон и привязки их к ярусной шкале помимо знака полярности являются палеонтологические (палинологические, в нашем случае) данные, не противоречащие магнитостратиграфическим построениям. В процессе разработки этого разреза выяснилось, что для некоторых магнитозон, выделенных в магнитостратиграфическом разрезе верхнемеловых и нижнепалеогеновых отложений юга Кулундинской впадины, не представляется возможным выполнить их однозначную привязку к ярусной и магнитохронологической шкалам, используя в комплексе палеомагнитные и палинологические данные. В нашем случае наблюдается несоответствие между палеомагнитными и палинологическими данными, касающееся нижней части магнитохронологического разреза верхнемеловых отложений, характеризуемой прямой полярностью. Отсюда возможны два варианта привязки магнитостратиграфического разреза верхнемеловых отложений юга Кулундинской впадины к ярусной, а следовательно, и к магнитохронологической шкалам.

Первый вариант привязки полученного магнитостратиграфического разреза к ярусной шкале — это использование только палеомагнитных данных, сопоставленных с ранее разработанным нами региональным магнитостратиграфическим разрезом верхнемеловых отложений Омской впадины (юг Запад-

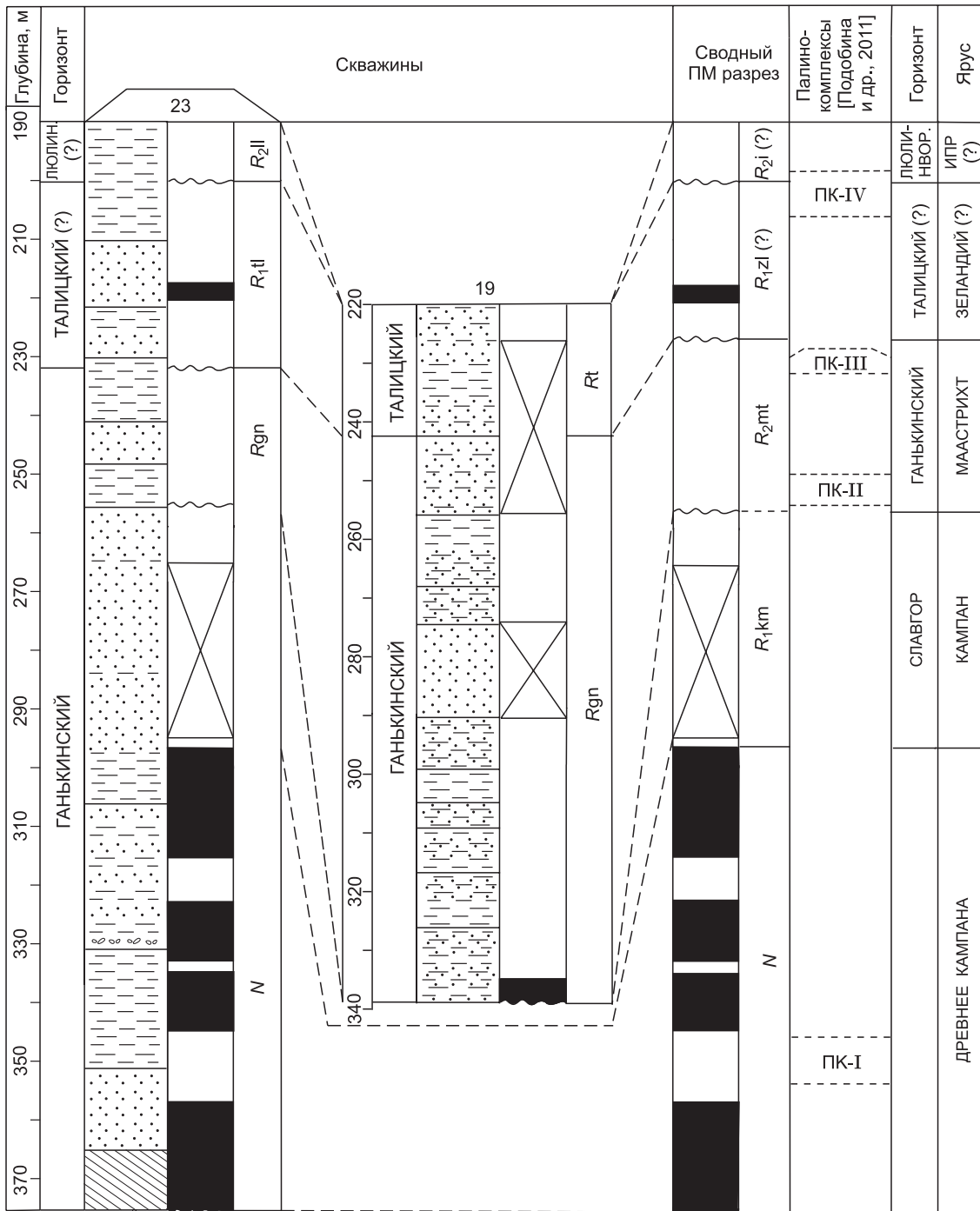


Рис. 7. Корреляционная схема и сводный региональный магнитостратиграфический разрез верхнего мела и мел-палеогена (юг Кулундинской впадины, Западная Сибирь).

Усл. обозн. см. на рис. 5.

ной Сибири) (рис. 8) [Гнибиденко и др., 2012, 2014, 2015; Лебедева и др., 2013], где возраст пород установлен по фаунистическим (двустворчатые моллюски, аммониты, гастроподы), палеоальгологическим (диноцисты) и палинологическим (споры, пыльца) данным. Второй вариант — привязка полученного разреза к ярусной шкале по палинологическим данным [Подобина и др., 2011]. На данном этапе исследований предпочтительнее первый вариант. Напомним, что в региональном магнитостратиграфическом разрезе верхнемеловых отложений юга Омской впадины [Гнибиденко и др., 2012, 2014; Лебедева и др., 2013], составленном на основании детальных комплексных исследований трех скважин, выде-

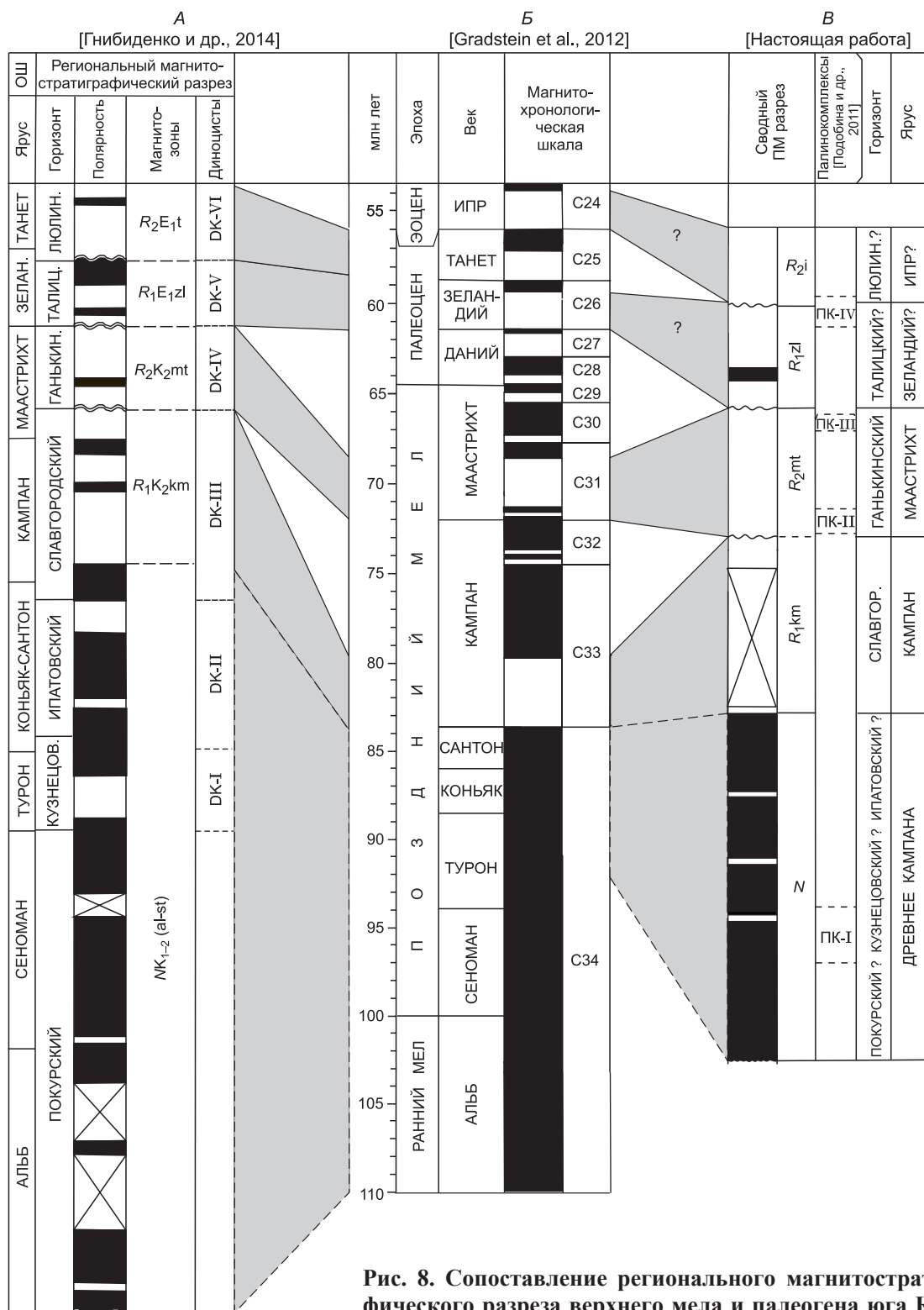


Рис. 8. Сопоставление регионального магнито-стратиграфического разреза верхнего мела и палеогена юга Кулундинской впадины с региональным магнито-стратиграфическим разрезом верхнемеловых отложений юга Омской впадины и с магнитохронологической шкалой Ф. Градстейна [Gradstein et al., 2012].

А — региональный магнито-стратиграфический разрез верхнемеловых отложений юго-запада Западно-Сибирской плиты, Б — магнитохронологическая шкала Градстейна [Gradstein et al., 2012], В — магнито-стратиграфический разрез верхнемеловых отложений юга Западно-Сибирской плиты.

Усл. обозн. см. на рис. 5.

лены три магнитозоны: одна длительная — прямой $NK_{1,2}(al-st)$ и две — обратной (R_1km и R_2mt) полярности, привязанные к ярусной шкале на основе палеонтологических данных (см. рис. 8, *A*). Покурская, кузнецовская и ипатовская свиты верхнего мела, имеющие прямую полярность, образуют одну зону прямой полярности $NK_{1,2}(al-st)$. А славгородская и ганькинская свиты, разделенные перерывом, образуют две магнитозоны обратной полярности — $R_1(km)$ и $R_2(mt)$. Магнитозона прямой полярности $NK_{1,2}(al-st)$ датирована во временном интервале альб—сантон. Обратная полярность магнитозоны R_1km , датируемая кампаном, и обратная полярность магнитозоны R_2mt , датируемая ранним маастрихтом, свидетельствуют о том, что верхний кампан и верхний маастрихт в региональном магнитостратиграфическом разрезе юга Омской впадины (юг ЗСП) отсутствуют.

Идентичность палеомагнитной структуры регионального магнитостратиграфического разреза верхнемеловых отложений юго-запада ЗСП (Омская впадина), имеющего весьма надежную палеонтологическую характеристику (см. рис. 8, *A*) и на основе ее привязанного к ярусной шкале, и палеомагнитной структуры вновь разработанного магнитостратиграфического разреза верхнемеловых отложений юга Кулундинской впадины (см. рис. 8, *B*) позволяет сопоставить эти разрезы между собой, а следовательно, и привязать к ярусной шкале разрез верхнемеловых отложений юга Кулундинской впадины. Магнитостратиграфический разрез верхнемеловых отложений юга Кулундинской впадины на рис. 7 представлен в мощностном масштабе, а на рис. 8, *B* этот разрез представлен уже в возрастном масштабе. Таким образом, магнитозона прямой полярности N разработанного нами магнитостратиграфического разреза может быть сопоставлена с магнитозоной $NK_{1,2}(al-st)$ разреза юга Омской впадины и с хроном (или фрагментом хрона) прямой полярности $S34$ мировой магнитохронологической шкалы Градштейна [Gradstein et al., 2012], который завершается сантоном. Таким образом, основываясь на палеомагнитных данных, можно утверждать, что магнитозона прямой полярности N древнее кампана.

При сравнении разработанного магнитостратиграфического разреза верхнемеловых и пограничных мел-палеогеновых отложений юга Кулундинской впадины с мировой магнитохронологической шкалой Градштейна [Gradstein et al., 2012] нам представляется возможным провести следующие сопоставления (см. рис. 8, *B, B*). Как уже отмечалось выше, магнитозона прямой полярности N , датируемая древнее кампана, согласно расчленению Общей магнитостратиграфической шкалы на гиперзоны [Дополнения..., 2000], соответствует фрагменту гиперзоны Джалал и хрону или фрагменту хрона $S34$ (древнее 83.5 млн лет). В этом случае магнитозона прямой полярности N (хрон или фрагмент хрона $S34$) уже не соответствует ганькинскому горизонту, а может быть отнесена к ипатовскому(?) кузнецовскому(?) покурскому(?) горизонтам. Более определенно привязать эту магнитозону к одному или нескольким вышеназванным горизонтам на данном этапе исследований не представляется возможным. Магнитозона обратной полярности R_1km , охватывающая обратно намагниченную часть кампана, соответствует хрону $S33(r)$, а магнитозона обратной полярности R_2mt нижней обратно намагниченной части маастрихта и сопоставляется с хроном $S31(r)$. Две магнитозоны обратной полярности R_1zl и R_2i можно соотносить с хронами $S26(r)$ и $S24(r)$ магнитохронологической шкалы. В результате этого сопоставления можно оценить перерывы между кампаном (R_1km) и маастрихтом (R_2mt) — хроны $S33(n)$ и $S32$, маастрихтом (R_2mt) и зеландием (R_1zl) — хроны $S31(n)$, $S30$, $S29$, $S28$ и $S27$, составляющие приблизительно 7.5 млн лет; между зеландием (R_1zl) и ипром (R_2i) — хрон $S25$.

Согласно второму варианту привязки полученного разреза к ярусной шкале, на основании палеонтологических данных [Подобина и др., 2011], магнитозону прямой полярности N можно было бы сопоставить только с хроном прямой полярности $S33n$ или $S32 N$. Но на этот интервал на территории юга Западной Сибири по комплексным (палеомагнитным и палеонтологическим) данным приходится перерыв в осадконакоплении (см. рис. 8, *A*).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований впервые для юга Кулундинской впадины (юг Западной Сибири) получены палеомагнитные характеристики и разработан региональный магнитостратиграфический разрез верхнемеловых и пограничных мел-палеогеновых отложений, совершенно не изученных в палеомагнитном отношении в этом регионе. В магнитостратиграфическом разрезе нами выделены пять полярных магнитозон: одна длительная прямой полярности и четыре обратной. Определено возрастное — стратиграфическое и хронологическое — положение выделенных магнитозон. Обнаружены горизонты обратной намагниченности (R -горизонты) в прямой монополярной магнитозоне N , чем подтверждается все более проявляющаяся в последние годы тенденция к усложнению структуры мелового монополярного суперхрона прямой полярности $S34$ за счет выявления в нем новых инверсий и эпизодов. Немногочисленность палеомагнитных данных для мелового временного интервала в одном из крупнейших седиментационных нефтегазоносных бассейнов мира — Западной Сибири делают уникальным полученный материал и свидетельствуют о новизне полученных результатов.

Работа подготовлена при поддержке гранта РФФИ (грант 13-05-00051).

ЛИТЕРАТУРА

- Адаменко О.М.** Мезозой и кайнозой Степного Алтая. Новосибирск, Наука, 1974, 167 с.
- Брагин В.Ю., Дзюба О.С., Казанский А.Ю., Шурыгин Б.Н.** Новые данные по магнитостратиграфии пограничного юрско-мелового интервала п-ова Нордвик (север Восточной Сибири) // Геология и геофизика, 2013, 54 (3), с. 438—455.
- Буров Б.В., Ясонов П.Г.** Введение в дифференциальный термомагнитный анализ. Казань, Изд-во Казан. ун-та, 1979, 159 с.
- Гнибиденко З.Н., Лебедева Н.К., Шурыгин Б.Н.** Палеомагнетизм меловых отложений юга Западно-Сибирской плиты (по результатам изучения керна скв. 8) // Геология и геофизика, 2012, т. 53 (9), с. 1169—1181.
- Гнибиденко З.Н., Лебедева Н.К., Шурыгин Б.Н.** Региональный магнитостратиграфический разрез верхнемеловых отложений юга Западной Сибири (Омская впадина) // ДАН, 2014, т. 458, № 1, с. 83—87.
- Гнибиденко З.Н., Лебедева Н.К., Левичева А.В.** Магнитостратиграфия кампан—маастрихта Бакчарского бассейна (юго-восток Западной Сибири) // Геология и геофизика, 2015, т. 56 (11), с. 2092—20102.
- Гужиков А.Ю., Барабошкин Е.Ю.** Новые магнитостратиграфические данные по опорному разрезу бореального неокома реки Боярка (Северная Сибирь) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы Четвертого Всероссийского совещания, г. Новосибирск, 19—23 сентября, 2008 г. / Под ред. О.С. Дзюба, В.А. Захарова, Б.Н. Шурыгина. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2008, с. 66—69.
- 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, 2013, т. 21 (1), с. 43—73.
- Молостовский Э.А., Храмов А.Н.** Магнитостратиграфия и ее значение в геологии. Саратов, Изд-во СГУ, 1997, 179 с.
- Палеомагнитология /** Ред. А.Н. Храмова. Л., Недра, 1982, 312 с.
- Подобина В.М., Бабенко С.М., Ксенева Т.Г.** Микропалеонтологические комплексы и биостратиграфия верхнего мела—палеогена юго-востока Западной Сибири // Вестник Томск. ун-та, 2011, вып. 347, с. 191—203.
- Поспелова Г.А., Ларионова Г.Я.** Палеомагнитные исследования осадочных пород илекской свиты Чулымо-Енисейской впадины // Земная кора складчатых областей Сибири. Вып. 2. Новосибирск, 1971, с. 97—111.
- Поспелова Г.А., Ларионова Г.Я., Анучин А.В.** Палеомагнитные исследования юрских и нижнемеловых пород Сибири // Геология и геофизика, 1967, (9), с. 3—15.
- Русанов Г.Г.** Западные предгорья Алтая в мезозое и кайнозое. Бийск, Изд-во Бийского ПГУ, 2009, 142 с.
- Хоша В., Прунер П., Захаров В.А., Костак М., Шадима М., Рогов М.А., Шлехта С., Мазух М.** Бореально-тетическая корреляция пограничного юрско-мелового интервала по магнито- и биостратиграфическим данным // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2007, т. 15 (3), с. 63—76.
- Храмов А.Н., Шолпо Л.Е.** Палеомагнетизм. Л., Недра, 1967, 252 с.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M.** The Geological Time Scale 2012 // The Geologic Time Scale 2012. Elsevier, 2012, p. 793—853.
- 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, 1967, p. 254—718.