

СТРАТИГРАФИЯ

УДК 550.384:551.7

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ ПОЗДНЕГО КАЙНОЗОЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

З.Н. Гнибиденко

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Коптюга, 3, Россия

На основе комплексных (палеомагнитных, геолого-литологических и палеонтологических) данных разработана шкала геомагнитной полярности неогена Западно-Сибирской плиты (ЗСП), в которой выделено 17 крупных ортозон прямой и обратной полярности. Шкала составлена путем сопоставления и увязки опорных разрезов неогена Кулундинской и Барабинской равнин, Омско-Павлодарского и Тарского Прииртышья, Томского Приобья. Достоверность палеомагнитных данных подтверждается компонентным составом естественной остаточной намагниченности и возможностью выделения ее первичной компоненты. В исследованных породах неогена первичной является высокотемпературная компонента, связанная с магнетитом, гематитом, маггемитом и разрушающаяся при температурах 420—675 °С. Геомагнитное поле позднего кайнозоя в период от нижнего миоцена до верхнего плиоцена, восстановленное по векторам естественной остаточной намагниченности пород неогена ЗСП, испытало 17 инверсий (на уровне границ ортозон) и зафиксировало 8 режимов прямой и 9 обратной полярности.

По сопоставлению шкалы неогена ЗСП со шкалой Берггрена установлены в абсолютном летоисчислении границы отделов позднего кайнозоя в региональной стратиграфической шкале ЗСП. Граница олигоцена и миоцена в 23.8 млн лет фиксируется в региональной шкале в подошве ламинских слоев абросимовской свиты, в низах ортохрона R_1N_1aq ; граница миоцена и плиоцена — 5.2 млн лет (хрон C3r) в новостаничной свите (кровля черлакских слоев).

Палеомагнитная шкала, геомагнитное поле, магнитные минералы, ортозона, фауна, семенные комплексы, палинокомплексы, неоген, Западно-Сибирская плита.

LATE CENOZOIC PALEOMAGNETISM OF THE WEST SIBERIAN PLATE

Z.N. Gnibidenko

On the basis of combined (paleomagnetic, lithological, and paleontological) data, a scale of Neogene geomagnetic polarity is proposed for the West Siberian Plate (WSP). It comprises 17 large orthozones of normal and reversed polarity. The scale was compiled by comparing and correlating the Neogene key sections of the Kulunda and Baraba plains, Irtysh regions between Omsk and Pavlodar and near Tara, and Ob' region near Tomsk. The reliability of paleomagnetic data is confirmed by component analysis of natural remanent magnetization and by the possibility of determining its primary component. In the studied Neogene rocks this is a high-temperature component related to magnetite, hematite, and maghemite, which is destroyed at 420–675°C. In the period from Early Miocene to Late Pliocene, the Late Cenozoic geomagnetic field reconstructed from NRM vectors for WSP rocks of Neogene age experienced 17 reversals (at the level of orthozone boundaries) and recorded eight regimes of normal polarity and nine regimes of reversed polarity.

Comparison of the WSP Neogene scale with Berggren's scale provided absolute age boundaries of the Late Cenozoic series on the WSP regional stratigraphic scale. The 23.8 Ma boundary between the Oligocene and Miocene is recorded in the regional scale at the sole of the Lyamin beds of the Abrosimovka Formation, at the bottom of Orthochron R_1N_1aq , and the Miocene-Pliocene 5.2 Ma boundary (Chron C3r), in the Novaya Stanitsa Formation (top of the Cherlak beds).

Paleomagnetic scale, geomagnetic field, magnetic minerals, orthozone, fauna, seed complexes, palynoflora, Neogene, West Siberian Plate

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемая публикация является второй в серии статей, посвященных разработке шкалы магнитной полярности кайнозоя Западно-Сибирской плиты (ЗСП). Предыдущая работа была посвящена построению палеомагнитной шкалы палеогена. Предметом настоящего обсуждения является шкала магнитной полярности и палеомагнетизм неогена ЗСП. Напомним, что в современной геологии и геофизике палеомагнитные шкалы широко используются при изучении эволюции геомагнитного поля, при решении вопросов геодинамики и стратиграфии, а также при выявлении связей геологических и геомагнитных

процессов. Все выполненные нами исследования носили комплексный характер и осуществлялись на основе палеомагнитных, геолого-стратиграфических, минералогических и палеонтологических (фаунистических, палеокарпологических и палинологических) данных.

ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ

Континентальные отложения верхнего кайнозоя широко распространены на территории Западно-Сибирской плиты, здесь они представлены озерными, аллювиально-озерными, аллювиальными, болотными и субаэральными фациями. Эти отложения сформировали многоярусную аккумулятивную равнину, в разрезах которой запечатлена латеральная миграция множества фациальных зон [Мартьянов, 1978, 1984; Неогеновая система..., 1986]. Поэтому разрезы неогена отличаются изменчивостью литолого-фациального состава и стратиграфических объемов некоторых местных подразделений. Наиболее полные разрезы неогена наблюдаются на юге ЗСП и представлены отложениями шести региональных горизонтов: абросимовского (нижний миоцен), бещеульского (верхи нижнего—средний миоцен), таволжанского (средний—верхний миоцен), павлодарского (верхний миоцен), новостаничного (верхний миоцен—нижний плиоцен) и кулундинского (верхи нижнего—средний—верхний плиоцен). Нижняя граница неогена совмещается с подошвой абросимовского горизонта, верхняя — проводится по подошве кочковского горизонта [Унифицированная..., 2000; Унифицированные..., 2001]. Абросимовский горизонт представлен одноименной свитой (глины, пески) и в полном объеме состоит из четырех последовательно сменяющих друг друга флористических слоев (лон), соответствующих четырем уровням развития тургайской флоры — ляминскому, екатерининскому, васюганоярскому и киреевскому [Никитин, 1984, 2006]. Горизонт характеризуют спорово-пыльцевые комплексы раннего миоцена [Волкова, Панова, 1975]. Бещеульский горизонт состоит из латерального ряда свит и слоев (пески, алевриты, глины), в его составе выделяются три флористических уровня — таганский, каськовский, исаковский [Никитин, 1988, 2006]. Для горизонта характерен спорово-пыльцевой среднемиоценовый комплекс с доминантами *Alnus Polyodiaceae*. Таволжанский горизонт и одноименная свита представлены в основном озерными тонкодисперсными глинами. Остатки фауны (моллюски, остракоды) и растений встречаются редко, спорово-пыльцевые комплексы отражают растительность открытых пространств [Волкова, Панова, 1975]. Павлодарский горизонт и одноименная свита (пестроцветные глины с карбонатными конкрециями) охарактеризованы фауной позвоночных гиппарионового комплекса [Мартьянов, 1978; Неогеновая система..., 1986; Унифицированные..., 2001]. На основании понтической датировки павлодарской фауны В.С. Зыкин [1982] определяет возраст свиты как мессинский, а Э.А. Вангенгейм и М.А. Певзнер относят павлодарскую свиту к позднему миоцену, сопоставляя гиппарионовую фауну с туролийским этапом развития млекопитающих и понтическим ярусом Восточного Паратетиса [Вангенгейм и др., 1984; Певзнер, Вангенгейм, 1986]. Спорово-пыльцевые спектры отражают степные и полустепные растительные ассоциации. Новостаничный горизонт и одноименная свита (глины, алевриты, пески с карбонатными конкрециями) характеризуются новостаничным комплексом остракод и моллюсков и четырьмя комплексами млекопитающих: новостаничным, черлакским, пешневским и кругогорским [Зажигин, 1980; Зажигин, Зыкин, 1983, 1984]. Возраст отложений — ранний русциний, киммерий (верхи мессиния и поздний занклий). Кулундинский горизонт и одноименная свита представлены песками с прослоями глин и хорошо фаунистически охарактеризованы.

Нами были изучены стратотипические и опорные разрезы пяти региональных горизонтов и одноименных горизонтов свит неогена в пяти локальных седиментационных бассейнах ЗСП, располагающихся в пределах Кулундинской и Барабинской равнин, Омско-Павлодарского и Тарского Прииртышья, Томского Приобья (рис. 1). В пределах Кулундинской и юго-западной части Барабинской равнин неоген изучен в скважинах 011-БП, 9, 10. В центральной части Барабинской равнины (Обь-Иртышское междуречье) эти отложения исследовались по керну скважин 18, 19, 29 и 98

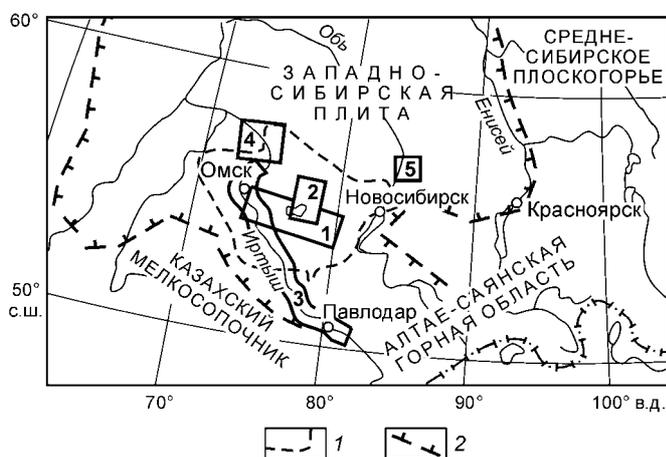


Рис. 1. Обзорная схема Западно-Сибирской плиты и районов исследований.

Рис. 1. Обзорная схема Западно-Сибирской плиты и районов исследований.

1 — Кулундинская и юго-западная часть Барабинской равнин (скв. 011-БП, 9, 10); 2 — центральная часть Барабинской равнины (скв. 18, 19, 98, 29); 3 — Омско-Павлодарское Прииртышье; 4 — Тарское Прииртышье; 5 — Томское Приобье. 1 — район расположения палеомагнитных разрезов и флоры бещеульского горизонта, 2 — граница Западно-Сибирской плиты.

[Гнибиденко и др., 1989]. В Омско-Павлодарском Прииртышье неоген был изучен в естественных стратотипических разрезах — Гусиный Перелет, Черлак, Новая Станица, Нижняя Ильинка и в скв. 1-ОП, пробуренной у пос. Новая Станица [Гнибиденко, 1990; Gnibidenko, 1991; Гнибиденко и др., 1991; Гнибиденко, Донченко, 1994]. Стратотипические разрезы абросимовского горизонта были изучены в Тарском Прииртышье [Гнибиденко и др., 1996а,б; Мартынов и др., 1997]. Особенно детально были изучены отложения бещеульского горизонта плиты [Гнибиденко и др., 1999]. Магнитостратиграфический разрез неогена ЗСП разрабатывался на основе синтеза комплексных — палеомагнитных, палеонтологических и геолого-литологических данных [Гнибиденко и др., 2000, 2001].

МЕТОДИКА ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И АППАРАТУРА

Объектами изучения являлись коллекции ориентированных образцов, представляющие стратотипические и опорные разрезы (обнажения и керн скважин) неогена ЗСП. Ориентированные образцы отбирались равномерно через 0.1—0.2 м в обнажениях и через 0.5—1.0 м в скважинах с помощью либо пробоотборников П. Минюка и А. Бишаева (для 2-сантиметровых кубиков), либо в виде штуфов. 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. Вертикаль в скважинах контролировалась геологами и буровыми мастерами. Лабораторные измерения и обработка полученных результатов проводились по стандартной методике [Храмов, 1958; Храмов и др., 1982; Молостовский, Храмов, 1997]. При интерпретации данных состав J_n устанавливался на основе ортогональных проекций [Zijderveld, 1967], определение компонент J_n производилось с использованием методики Киришвинка [Kirschvink, 1980]. Все построения и представления результатов в графической форме выполнялись на основе программ Р. Енкина [Enkin, 1994]. Эксперименты по лабораторному переосаждению пород и расчет коэффициентов переосаждения P производились по стандартной методике [Храмов, 1968; Багина, 1968].

При полевых и лабораторных экспериментах использовались серийные и уникальные отечественные и зарубежные приборы и установки — КТ-5, KLY-2, ИОН-1, JR-4, а также астатические магнитометры ВНИГРИ; установка для снятия параметров насыщения $J_{rs}(T)$, установка для терморазмагничивания В.П. Апарина. Для снятия нормальных кривых намагничивания образцов пород использовался электромагнит постоянного поля 5-Р с максимальным намагничивающим полем 1088 кА/м.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Магнитные свойства пород. Для палеомагнитных исследований из неогеновых отложений в общей сложности было отобрано более 7000 образцов-кубиков. В целом отложения неогена ЗСП относятся к классу слабомагнитных пород и по магнитным свойствам отличаются друг от друга. Магнитная восприимчивость пород (χ) меняется в пределах $3—50 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, величина естественной остаточной намагниченности (J_n) варьирует от долей единицы до 53 мА/м. Фактор Кенигсбергера (Q_n) имеет значения от 0.02 до 10.4. Столь большой размах значений Q_n обусловлен различной природой естественной остаточной намагниченности осадочных пород неогена Западно-Сибирской плиты. Высокими значениями Q_n , достигающими величин 10.4, обладают красноцветные глины и суглинки павлодарской свиты в Павлодарском Прииртышье, которые имеют химическую природу намагниченности. Подобные высокие значения Q_n имеют также магматические породы, обладающие термоостаточной намагниченностью. Как известно, механизм образования химической (J_{rc}) и термоостаточной (J_{rn}) намагниченности сходен между собой. Закрепление химической остаточной намагниченности происходит при некоторой критической температуре и постоянном объеме частиц, а термоостаточной — при некоторой критической температуре и постоянном объеме частиц. Степень ориентации элементарных магнитных моментов по магнитному полю для J_{rc} и J_{rn} будет самой высокой по отношению к другим видам намагниченности. Для остальных исследованных осадочных пород неогена Западно-Сибирской плиты, имеющих ориентационную природу намагниченности, фактор Q_n изменяется в пределах 0.02—1.77, что вполне соответствует природе их намагниченности. Минимальные значения χ имеют глины и алевриты исаковских слоев бещеульской свиты в разрезах Исаковка, Бещеул и Горский Лог в Прииртышье, ее значения в этих породах колеблются от 3 до $10 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. Максимальными величинами χ и J_n обладают красноцветные глины павлодарской свиты в разрезе Гусиный Перелет у г. Павлодар, а также глины таволжанской и павлодарской свит в Кулундинской и юго-западной части Барабинской литолого-фациальных зон (χ — $4.5—50 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ; J_n — 0.2—53 мА/м). Анализ изменения магнитных параметров (χ , J_n) в породах абросимовской, бещеульской, таволжанской, павлодарской и новостаничной свит по латерали и снизу вверх по разрезу позволяет выявить некоторые особенности их распределения по свитам и седиментационным бассейнам. Величины χ и J_n в окраинных частях плиты — Омско-Павлодарском Прииртышье, Томском Приобье и Предальтай-

ской равнине — имеют более высокие значения, нежели в центральной ее части — Обь-Иртышском междуречье, что обусловлено близостью первых к источникам сноса, которыми являлись Восточный Казахстан, Урал, Сибирская платформа и Алтай. С другой стороны, интенсивность намагниченности J_n пород в некоторых случаях обусловлена видом намагниченности. Так, более высокие значения этого параметра в красноцветных глинах и суглинках павлодарской свиты в Павлодарском Прииртышье и на юге Кулундинской и Барабинской равнин ($J_n = 22—53$ мА/м) на фоне сероцветных пород этой и других свит определяются химической природой J_n .

Магнитные минералы и компонентный состав естественной остаточной намагниченности пород. Анализ распределения магнитных минералов в отложениях неогена показал, что по набору и генезису носителей намагниченности эти породы можно разделить на две группы. Первая представлена породами гумидной сероцветной серии осадков, имеющими терригенный облик. Это глины, алевриты и пески абросимовской, бещеульской, таволжанской, новостаничной и, частично, павлодарской свит, которые характеризуются присутствием в составе магнитной фракции обломочных зерен магнетита, маггемита, гематита, возможно, титаномагнетита (гемойльменита) и аутигенных образований гидроксидов железа. Естественная остаточная намагниченность этих пород имеет ориентационную природу, значения коэффициентов переосаждения P изменяются от 0.5 до 0.9 [Гнибиденко, Донченко, 1994; Гнибиденко и др., 1996а, 1999].

Вторая группа включает пестроцветные (красноцветные) породы павлодарской свиты в Павлодарском Прииртышье и Обь-Иртышском междуречье [Гнибиденко, 1990]. Магнитными минералами — носителями намагниченности являются аутигенные тонкодисперсные оксиды и гидроксиды железа. Коэффициенты переосаждения красно-бурых глин и коричневато-желтых суглинков значительно выше единицы ($P = 7.5—26$) и характеризуют химическую природу намагниченности этих пород, которая является первичной и обусловлена в красных глинах аутигенным гематитом, а в суглинках — аутигенным магнетитом [Гнибиденко, 1990]. О синхронности химической намагниченности времени образования пород свидетельствует характер взаимоотношения окраски и слоистости пород в исследуемых разрезах павлодарской свиты.

Проведенные исследования показали, что в образцах пород неогена присутствуют одна—три компоненты вектора J_n — низкотемпературные и высокотемпературные [Гнибиденко, Донченко, 1994; Гнибиденко и др., 1991, 1996а, 1999]. Низкотемпературная компонента обычно разрушается при температурах 100—300 °С, и переменными полями до 16 кА/м и связана с разрушением лабораторной и вязкой намагниченности. Высокотемпературная компонента, связанная с гематитом, магнетитом, маггемитом, реже титаномагнетитом, разрушается при температурах 420—675 °С. Эта компонента принята нами за

Таблица 1. Палеомагнитные направления миоцен-плиоценовых отложений ЗСП

| Возраст | Полярность | Свита (слои), породы; местоположение (обнажение) | Направления J_n^0 | | | | N |
|----------------|------------|---|---------------------|----------|------|---------------|----|
| | | | D_{cp} | I_{cp} | K | α_{95} | |
| N ₂ | R | Верхняя часть новостаничной свиты (черлакские слои), глины, суглинки, ископаемые почвы; Омское Прииртышье (обн. Черлак) | 160 | -41 | 16 | 4.2 | 69 |
| N ₂ | R | Новостаничная свита, глины, алевритистые глины; Омское Прииртышье (обн. Новая Станица) | 145 | -52 | 13 | 7.1 | 30 |
| | N | | 34 | 51 | 17 | 5.9 | 33 |
| N ₁ | N | Павлодарская свита, глины, суглинки; Павлодарское Прииртышье (обн. Гусиный Перелет) | 19 | 64 | 18.4 | 6.3 | 27 |
| N ₁ | R | Верхняя часть крутогорской свиты (новостаничные слои), глины; Омское Прииртышье (обн. Нижняя Ильинка) | 176.9 | -54 | 46 | 5.0 | 17 |
| N ₁ | N | Нижняя часть крутогорской свиты (нижнеильинские слои), алевриты, пески; Омское Прииртышье (обн. Нижняя Ильинка) | 355 | 55 | 55 | 5.2 | 13 |
| N ₁ | N | Бещеульская свита (таганские слои), глины, пески; Томское Приобье (обн. Киреевское) | 21.8 | 45 | 37 | 5.4 | 18 |
| N ₁ | R | Бещеульская свита (исаковские слои), алевриты, переслаивание алевритов и глин, пески; Прииртышье (обн. Исаковка) | 210 | -47 | 13 | 6.4 | 37 |
| N ₁ | N | Бещеульская свита (исаковские слои), алевриты, переслаивание алевритов и глин; Прииртышье (обн. Бещеул) | 30.6 | 44.2 | 8.5 | 11.0 | 19 |
| N ₁ | R | Бещеульская свита (исаковские слои), алевриты, глины; Прииртышье (обн. Горский Лог) | 189 | -49 | 11 | 8.0 | 28 |

Примечание. Здесь и в табл. 2: N — число стратиграфических уровней; D и I — склонение и наклонение в градусах; K — кучность распределения (разброс направлений J_n); α_{95} — радиус круга доверия для уровня вероятности 0.95 в градусах. Статистика стратиграфических уровней (штуфов).

Таблица 2. Результат теста обращения для неогеновых пород Западно-Сибирской плиты

| Полярность | Свита (слои); местоположение (обнажение) | D_{cp} | I_{cp} | N | K | γ_0 | γ_c | Тест |
|------------|--|----------|----------|-----|------|------------|------------|------|
| N | Бещеульская свита (таганские слои); Томское Приобье (обн. Киреевское) | 21.8 | 45 | 18 | 37 | 6 | 10.3 | + |
| R | Бещеульская свита (исаковские слои); Прииртышье (обн. Исаковка) | 210 | -47 | 37 | 13 | | | |
| N | Бещеульская свита (исаковские слои); Прииртышье (обн. Бещеул) | 30.6 | 44.2 | 19 | 8.5 | 15.5 | 14.3 | — |
| R | Бещеульская свита (исаковские слои); Прииртышье (обн. Горский Лог) | 189 | -49 | 28 | 11 | | | |
| N | Бещеульская свита (исаковские слои); Прииртышье (обн. Бещеул) | 30.6 | 44.2 | 19 | 8.5 | 3 | 12.74 | + |
| R | Бещеульская свита (исаковские слои); Прииртышье (обн. Исаковка) | 210 | -47 | 37 | 13 | | | |
| R | Бещеульская свита (исаковские слои); Прииртышье (обн. Горский Лог) | 189 | -49 | 28 | 11 | 9.6 | 11.4 | + |
| N | Бещеульская свита (таганские слои); Томское Приобье (обн. Киреевское) | 21.8 | 45 | 18 | 37 | | | |
| R | Верхняя часть крутогорской свиты (новостаничные слои); Омское Прииртышье (обн. Нижняя Ильинка) | 176.9 | -54 | 17 | 46 | 1.5 | 7.72 | + |
| N | Нижняя часть крутогорской свиты (нижнеильинские слои); Омское Прииртышье (обн. Нижняя Ильинка) | 355 | 55 | 13 | 55 | | | |
| R | Новостаничная свита (черлакские слои) (обн. Черлак) | 160 | -41 | 69 | 16.0 | 38 | 7.6 | — |
| N | Новостаничная свита (обн. Новая Станица) | 34 | 51 | 33 | 17.0 | | | |
| R | Новостаничная свита (обн. Новая Станица) | 145 | -52 | 30 | 13 | 29 | 10 | — |
| N | Павлодарская свита (обн. Гусиный Перелет) | 19 | 64 | 27 | 18.4 | | | |

Примечание. γ_0 (γ_c) — полученный (расчетный) угол между направлениями J_n .

характеристическую, близкую первичной намагниченности J_n . По значениям склонения и наклонения J_n образцов пород, отобранных из естественных разрезов Павлодарского и Омского Прииртышья, Томского Приобья, рассчитаны средние направления J_n для участков стабильного прямого или обратного палеополя (табл. 1). Для разнополярных ортозон при доказательстве достоверности выделенной первичной компоненты и средних направлений J_n применен тест обращения, который в большинстве случаев положительный (табл. 2).

Палеомагнитные разрезы и магнитостратиграфические схемы неогеновых отложений Западно-Сибирской плиты. В результате выполненных палеомагнитных исследований построены палеомагнитные колонки стратотипических и опорных разрезов неогена ЗСП, на основе которых были созданы магнитостратиграфические разрезы и корреляционные схемы для пяти локальных седиментационных бассейнов — Омско-Павлодарского и Тарского Прииртышья, Томского Приобья, Кулундинской и Барабинской равнин. Методикой предусматривалось неоднократное дублирование одновозрастных отложений в пределах различных литолого-фациальных зон, что особенно актуально для континентальных отложений плиты, характеризующихся сложной этажной и латеральной стратификацией.

Кулундинская и Барабинская равнины. Неогеновые отложения трех глубоких опорных скважин — 011-БП, 9 и 10 в Кулундинской и юго-западной части Барабинской равнин представлены абросимовской, бещеульской, таволжанской, павлодарской и новостаничной свитами (см. рис. 1, 2). На основе совместного анализа комплексных данных, полученных по этим скважинам, создан сводный палеомагнитный разрез неогена, представленный 14 крупными магнитозонами, в большей части которых зафиксированы маломощные интервалы противоположной полярности. В палеомагнитном рисунке абросимовской свиты выделяются три магнитозоны — две обратной (R_{1ab} , R_{2ab}) и одна прямой (N_{1ab}) полярности, характеризующиеся флорой тарско-васюганского типа. Бещеульская свита представлена четырьмя магнитозонами: двумя обратной (R_{1bs} , R_{2bs}) и двумя прямой (N_{1bs} , N_{2bs}) полярности, две нижние магнитозоны — характеризуются флорой каськовского, а верхние — исаковского уровня (см. рис. 2). Таволжанская свита характеризуется четырьмя магнитозонами — двумя обратной (R_{1tv} , R_{2tv}) и двумя прямой полярности (N_{1tv} , N_{2tv}), которые содержат спорово-пыльцевые спектры среднего—верхнего миоцена. Две магнитозоны — N_{1pv} и R_{1pv} — выделены в павлодарской свите. Новостаничная свита представлена одной магнитозоной N_{1pv} [Волкова и др., 2002; Кузьмина и др., 2003].

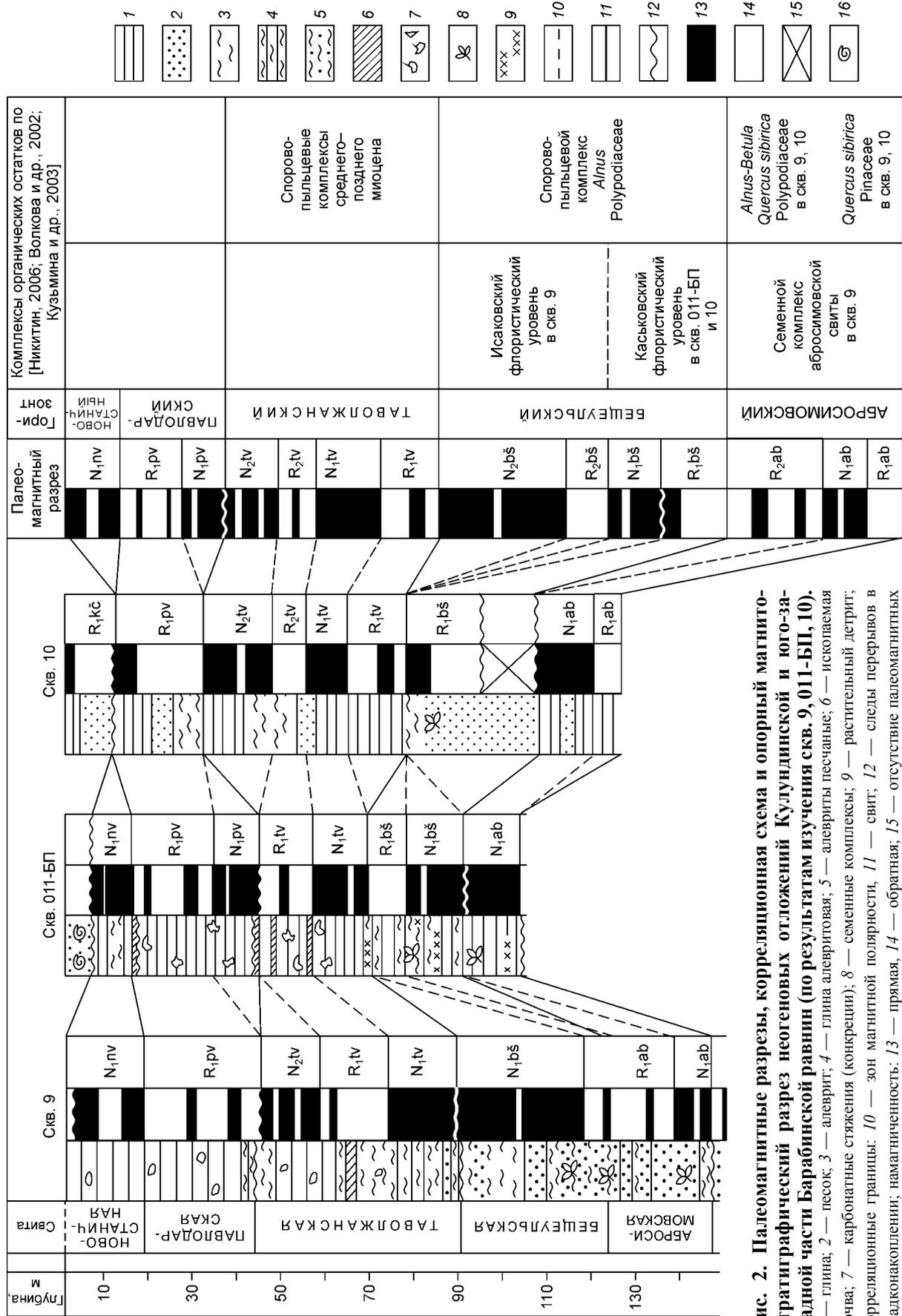


Рис. 2. Палеомагнитные разрезы, корреляционная схема и опорный магнито-стратиграфический разрез неогеновых отложений Кулдинской и юго-западной части Барабинской равнин (по результатам изучения скв. 9, 011-БП, 10). 1 — глина; 2 — песок; 3 — алевроит; 4 — глина алевроитовая; 5 — алевроиты песчаные; 6 — ископаемая почва; 7 — карбонатные стяжения (конкреции); 8 — семенные комплексы; 9 — растительный детрит; корреляционные границы: 10 — зон магнитной полярности, 11 — свит; 12 — следы перерывов в осадконакоплении; намагнитченность: 13 — прямая, 14 — обратная; 15 — отсутствие палеомагнитных данных; 16 — остракоды.

В центральной части Барабинской равнины опорный магнитостратиграфический разрез отложений неогена был составлен на основании изучения и увязки палеомагнитных разрезов четырех скважин (18, 19, 98 и 29), пробуренных в Барабинской равнине южнее г. Барабинск (см. рис. 1). Напомним [Гнибиденко и др., 1989], что неоген представлен здесь пятью региональными горизонтами — абросимовским, бещеульским, таволжанским, павлодарским и новостаничным (рис. 3). Сводная палеомагнитная колонка содержит 13 крупных магнитозон. В абросимовской свите, в низах которой определена флора раннего миоцена — екатерининский флористический уровень, установлены две магнитозоны — прямой и обратной полярности — N_{1ab} , R_{1ab} ; в бещеульской свите, охарактеризованной флорами среднего миоцена (каськовские слои) — две магнитозоны прямой полярности — $N_{1b\check{s}}$ и $N_{2b\check{s}}$ (фрагмент) и одна обратной $R_{1b\check{s}}$. Пять магнитозон — две прямой полярности (N_{1tv} , N_{2tv}) и три обратной полярности (R_{1tv} , R_{2tv} , R_{3tv}) выделяются в таволжанской свите, охарактеризованной в нижней части средневерхнемиоценовым спорово-пыльцевым комплексом. Две магнитозоны — N_{1pv} и R_{1pv} — зафиксированы в павлодарской свите и одна магнитозона прямой полярности (N_{1pv}) — в новостаничной с позднемиоценовым—раннеплиоценовым семенным комплексом флоры в этих отложениях [Гнибиденко и др., 1989].

Омско-Павлодарское Прииртышье. Опорный магнитостратиграфический разрез неогена Омско-Павлодарского Прииртышья был составлен на основе комплексного изучения стратотипических разрезов Гусиный Перелет (у г. Павлодар), Новая Станица (у г. Омск — обнажение и скважина), Черлак и Нижняя Ильинка [Гнибиденко, 1990; Gnibidenko, 1991; Гнибиденко и др., 1991; Гнибиденко, Донченко, 1994] (см. рис. 1). Палеомагнитные исследования верхнего неогена были выполнены на естественных разрезах: Гусиный Перелет — павлодарская свита, Новая Станица — новостаничная свита, Нижняя Ильинка — новостаничная свита (крутогорская, по В.С. Зыкину), Черлак — черлакские слои (верхние слои новостаничной свиты) [Гнибиденко, 1990; Гнибиденко, Донченко, 1994]. Нижняя часть неогеновой толщи — абросимовская, бещеульская и таволжанская свиты — была изучена по керну опорной скв. 1-ОП [Гнибиденко и др., 1991]. Напомним, что опорный палеомагнитный разрез неогена Омско-Павлодарского Прииртышья содержит 13 магнитозон прямой и обратной полярности [Гнибиденко, Донченко, 1994]. В абросимовской свите выделены две магнитозоны прямой и обратной полярности — N_{1ab} и R_{1ab} и фрагмент прямой магнитозоны N_{2ab} . Палеомагнитный разрез бещеульской свиты включает две магнитозоны — обратной ($R_{1b\check{s}}$) и прямой ($N_{1b\check{s}}$) полярности, первая отвечает слоям с каськовской флорой, вторая — с исаковской. Таволжанская свита состоит из четырех магнитозон — N_{1tv} , R_{1tv} , N_{2tv} , R_{2tv} . Палеомагнитный разрез павлодарской свиты содержит две магнитозоны: нижнюю — прямой (N_{1pv}) и верхнюю — обратной (R_{1pv}) полярности. Средние направления векторов J_n павлодарской свиты для N-магнитозоны таковы: $D_{cp} = 19^\circ$, $I_{cp} = 64^\circ$, $K = 18.4$, $\alpha_{95} = 6.3^\circ$ (см. табл. 1). Палеомагнитный разрез новостаничной свиты представлен двумя магнитозонами: прямой (N_{1pv}) и обратной полярности (R_{1pv}). Среднее направление векторов J_n N-зоны: $D_{cp} = 34^\circ$, $I_{cp} = 51^\circ$, $K = 17$, $\alpha_{95} = 5.9^\circ$. Среднее направление векторов J_n R-зоны таково: $D_{cp} = 145^\circ$, $I_{cp} = -52^\circ$, $K = 13$, $\alpha_{95} = 7.1^\circ$. Разницу в склонении в 110° между N- и R-зонами новостаничной свиты, по-видимому, можно объяснить неполным снятием вязкой намагниченности в результате проведенных магнитных чисток. Магнитозона R_{1pv} надстраивается палеомагнитным разрезом черлакских слоев, вскрытых у с. Черлак и характеризующихся обратной полярностью, черлакским (русцинийским) комплексом мелких млекопитающих, малакофауной и остракодами новостаничного комплекса [Зажигин, Зыкин, 1984; Казьмина, 1989]. Средние направления вектора J_n черлакских слоев составляют: $D_{cp} = 160^\circ$, $I_{cp} = -41^\circ$, $K = 16$, $\alpha_{95} = 4.2^\circ$. Среднее направление J_n нижеильинских слоев (крутогорская свита) составляет: $D_{cp} = 355^\circ$, $I_{cp} = 55^\circ$, $K = 55$, $\alpha_{95} = 5.2^\circ$, а новостаничных слоев (крутогорская свита): $D_{cp} = 176.9^\circ$, $I_{cp} = -54^\circ$, $K = 46$, $\alpha_{95} = 5^\circ$ (см. табл. 1).

В Тарском Прииртышье, срединном районе Западно-Сибирской плиты, были изучены стратотипические разрезы абросимовской свиты нижнего миоцена (см. рис. 1). Палеомагнитные исследования были проведены на естественных стратотипических разрезах абросимовской свиты у с. Екатеринбургское (близ г. Тара) и на керне скв. 289 (с. Екатеринбургское) и скв. 1125 (с. Мартюшево), вскрывших отложения различных слоев абросимовского горизонта [Гнибиденко и др., 1996а,б; Мартынов и др., 1997]. Опорный палеомагнитный разрез этих отложений, составленный с учетом смены возрастной последовательности флористических уровней абросимовского горизонта, состоит из трех крупных разнополярных магнитозон — R_{1ab} , N_{1ab} , R_{2ab} . Нижнюю магнитозону обратной полярности R_{1ab} в абросимовской свите характеризует флора ляминского уровня. Следующая прямая магнитозона N_{1ab} содержит флору екатерининского уровня, а верхняя магнитозона R_{2ab} характеризуется васюганоярской флорой. Все три магнитозоны соответствуют слоям с палинокомплексами раннего миоцена. Анализ палеомагнитных и биостратиграфических данных по абросимовскому горизонту показал, что невозможно предложить полный стратотип горизонта, представленного континентальными отложениями в каком-то одном разрезе, и поэтому приходится пользоваться составными опорными разрезами, интегрирующими латерально разобщенные стратотипы.

Палеомагнитные разрезы бещеульского горизонта Западно-Сибирской плиты. Стратотип бещеульского горизонта и одноименной свиты, так же как и стратотип абросимовского, является составным и представлен опорными разрезами, интегрирующими латерально разобщенные ряды [Мартынов, Ни-

китин, 1968]. Полученные нами палеомагнитные данные подтвердили и дополнили это заключение [Гнибиденко и др., 1999]. На основе обобщения и сопоставления палеомагнитных, геологических и палеоботанических данных по стратотипическим и опорным разрезам нижнесреднемиоценовых отложений бещеульского горизонта Прииртышья (разрезы Бещеул, Исаковка, Горский Лог, скв. 1-ОП), Томского Приобья (разрез Киреевское) и Обь-Иртышского междуречья (скв. 98) был составлен сводный региональный магнитостратиграфический разрез горизонта, в котором выделено пять крупных магнитозон прямой и обратной полярности. Этот разрез охарактеризован семенными комплексами трех возрастных уровней, снизу вверх: таганский, каськовский и исаковский. Слои с таганской флорой имеют прямую намагниченность — магнитозона $N_1b_s^v$; слои с каськовской флорой образуют две разнополярные магнитозоны — $N_2b_s^v$ и $R_1b_s^v$. Исаковские слои характеризуются магнитозонами прямой ($N_3b_s^v$) и обратной ($R_2b_s^v$) полярности. Новые данные, полученные В.С. Зыкиным и В.С. Зажиговым [2004] при изучении разреза Исаковка, вносят некоторые коррективы в стратиграфию, а следовательно, и в магнитохронологическую трактовку этого разреза, о чем будет сказано ниже. Средние направления векторов J_n по магнитозонам составляют — Rb_s^v (Исаковка): $D_{cp} = 210^\circ$, $I_{cp} = -47^\circ$, $K = 13$, $\alpha_{95} = 6.4^\circ$; Nb_s^v (Бещеул): $D_{cp} = 30.6^\circ$, $I_{cp} = 44.2^\circ$, $K = 8.5$, $\alpha_{95} = 11^\circ$; Rb_s^v (Горский Лог): $D_{cp} = 189^\circ$, $I_{cp} = -49^\circ$, $K = 11$, $\alpha_{95} = 8^\circ$. Для средних векторов всех трех магнитозон характерны пониженные значения магнитного наклоения I . Палеомагнитный разрез таганских слоев в Томском Приобье представлен магнитозоной прямой полярности — Nb_s^v ($D_{cp} = 21.8^\circ$, $I_{cp} = 45^\circ$, $K = 37$, $\alpha_{95} = 5.4^\circ$) (см. табл. 1).

В Томском Приобье — восточном фланге ЗСП был изучен разрез таганской свиты (слоев) у с. Киреевское, составляющий нижнюю часть бещеульского горизонта [Гнибиденко и др., 1999], данные по этому разрезу приведены выше.

Анализ всех полученных данных позволяет сделать следующие выводы: а) крупные магнитозоны, выделенные в исследованных разрезах неогена ЗСП, носят региональный характер и по своему объему сопоставимы с ортозонами (хронами) магнитохронологической шкалы; б) полярность выделенных магнитозон не зависит от фациального состава пород; в) стратиграфический объем почти каждой свиты состоит из нескольких магнитозон; г) инверсии в неогеновое время происходили чаще, нежели изменения в составе органического мира (флоры и фауны), и, таким образом, они могут быть успешно использованы для детального расчленения и корреляции отложений, т. е. палеомагнитное зонирование является более дробным, чем палеонтологическое.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Шкала геомагнитной полярности неогена ЗСП. Палеомагнитный разрез неогена (рис. 4) составлен на основе анализа и синтеза опорных разрезов пяти локальных седиментационных бассейнов ЗСП и состоит из 17 ортозон прямой и обратной полярности [Унифицированные..., 2001; Гнибиденко и др., 2000, 2001]. В этом разрезе абросимовская свита представлена тремя ортозонами — R_1N_1aq , N_1N_1aq , R_2N_1aq . Нижнюю ортозону обратной полярности R_1N_1aq характеризует флора ляминского уровня, вышележащая прямая ортозона N_1N_1aq содержит флору екатерининского уровня, а ортозона R_2N_1aq характеризуется васюганоярской флорой. Пять ортозон: N_2N_1br , N_3N_1ln , R_3N_1ln , N_4N_1s , R_4N_1s — три прямой и две обратной полярности включает бещеульская свита. Нижнюю ортозону N_2N_1br характеризует флора таганского уровня; две вышерасположенные ортозоны — N_3N_1ln и R_3N_1ln — содержат флору каськовского уровня, а двум верхним ортозонам N_4N_1s и R_4N_1s отвечает флора исаковского уровня. Флористические уровни, характеризующие послетургайский флористический этап и бещеульский тип флор, и спорово-пыльцевые комплексы этой свиты позволяют датировать отложения и выделенные в них ортозоны ранним — средним миоценом. Три ортозоны обратной полярности ($R_5N_1s?$, R_6N_1t , R_7N_1t) и две прямой полярности ($N_5N_1s?$, N_6N_1t) зафиксированы в таволжанской свите. Ортозоны свиты содержат спорово-пыльцевые комплексы среднего — верхнего миоцена. Две ортозоны (N_7N_1m и R_8N_1m), выделенные в павлодарской свите, характеризуются туролийским комплексом млекопитающих и датируются поздним миоценом. Новостаничная свита, состоящая из двух ортозон $N_8N_{1-2}m-z$ и $R_9N_{1-2}z$, содержит русцинийский комплекс млекопитающих и новостаничный комплекс моллюсков и остракод. Возраст отложений — поздний миоцен — ранний плиоцен (мессиний — занклий).

Составленный региональный магнитостратиграфический разрез неогена был сопоставлен с магнитохронологической шкалой Берггрена на основе палеомагнитных реперных уровней, хорошо датированных по биостратиграфическим данным (см. рис. 4). Первым реперным уровнем является ортозона N_1N_1aq , зафиксированная в абросимовской свите и охватывающая екатерининские слои нижнего миоцена, сопоставленные через межрегиональные корреляции (Устюрт-Приаральский регион) с аквитаном Средиземноморья [Гнибиденко и др., 1996а, б]. Сопоставление выполнено на основе сходства палинокомплексов екатерининских слоев с палинокомплексами верхнебайгубекского горизонта Устюрта — Приаралья [Бойцова, Панова, 1967], аквитанский возраст которого установлен по находкам морских моллюсков [Коробков, 1974], на основе возрастного соответствия листовой флоры екатерининских слоев абросимовской

| Общая шкала | | | | Региональная магнитостратиграфическая шкала | | | | [Berggren et al., 1995] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------|----------|-------------|---|---|---------------|------------|-------------------------|--------------|--------------|--|-------------|-----------|----------|--------------|--------------|----------------------------|-------------|-----------|----------|--------------|-------------|------------|-------------|-----------|----------|---------------|---------------|--|-------------|-----------|----------|-----------|
| Система | Отдел | Подотдел | Ярус | Горизонт | Характерные комплексы органических остатков | Ортона | Полярность | Chronos | Polarity | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| НЕОГЕНОВАЯ | МИОЦЕН | НИЖНИЙ | ВЕРХНИЙ | Новостаничный | Новостаничный комплекс моллюсков, остракод Русцинийский комплекс мелких млекопитающих | $R_9N_{1-2}z$ | [Diagram] | C2Ar | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | Павлодарский | Туролойский (гиппарионовый) комплекс млекопитающих | N_8N_{1m} | [Diagram] | C3n | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Таволжанский | Спорово-пыльцевой комплекс | R_8N_{1m} | [Diagram] | C3r | [Diagram] | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Бещеульский | Исаковский | N_7N_{1m} | [Diagram] | C3An | [Diagram] | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Абросимовский | Флористические уровни (по В.П. Никитину) | R_7N_{1t} | [Diagram] | C3Ar | [Diagram] |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Орлеаний | Таганский | R_6N_{1t} | [Diagram] | C4n | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Ажаний | Киреевский | $N_5N_{1s?}$ | [Diagram] | C4r | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Средний | Астарций | $R_5N_{1s?}$ | [Diagram] | C4An | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Верхний | Серравалий | N_4N_{1s} | [Diagram] | C4Ar | [Diagram] | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Плиоцен | Нижеупольский | R_4N_{1s} | [Diagram] | C5n | [Diagram] | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Тортон | Валезий |
| | Аквитан | Орлеаний | R_3N_{1n} | [Diagram] | C5An | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | N_2N_{1br} | [Diagram] | C5Ar | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | R_2N_{1aq} | [Diagram] | C5AAn | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | N_1N_{1aq} | [Diagram] | C5ABn | [Diagram] | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | R_1N_{1aq} | [Diagram] | C5ACn | [Diagram] | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? |
| | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C5ADr | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C5Bn | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C5Br | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C5Cn | [Diagram] | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C5Cr | [Diagram] | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? |
| Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C5Dr | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C5En | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C5Er | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C6n | [Diagram] | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C6r | [Diagram] | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] |
| Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C6Ar | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C6AAn | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C6AAr | [Diagram] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C6Bn | [Diagram] | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ажаний | Орлеаний | ? | [Diagram] | C6Br | [Diagram] | | | | |

Рис. 4. Шкала геомагнитной полярности неогена Западно-Сибирской плиты и ее сопоставление со шкалой Берггрена [Berggren et al., 1995].

Усл. обозн. см. на рис. 2.

свиты Западной Сибири слоям с аквитанскими флорами Средиземноморья [Горбунов, Васильев, 1972], а также подтвержден палеомагнитными данными [Гнибиденко и др., 1996а,б]. Ортозона N_1N_{1aq} сопоставляется с одним из двух хронов прямой полярности аквитанского яруса нижнего миоцена Средиземноморья — $S6Bn$ или $S6Ap$ шкалы Берггрена в возрастных пределах 23.0—20.5 млн лет [Berggren et al., 1995]. В верхней части палеомагнитной шкалы кайнозоя ЗСП реперными уровнями являются ортозона R_8N_{1m} , установленная в павлодарской свите и охарактеризованная туролийской (гиппарионовой) фауной млекопитающих (13-я зона Мейна) и ортозоны N_8N_{1-2m-z} и R_9N_{1-2z} — в новостаничной свите с русцинийским комплексом млекопитающих (14 и 15-я зоны Мейна). Ортозона R_8N_{1m} сопоставляется с хроном $S3Br$ и $S3Ar$ (7.45—6.55 млн лет), ортозона N_8N_{1-2m-z} — с хроном $S3Ap$ (занклий, 6.55—5.9 млн лет) и ортозона R_9N_{1-2z} соответствует хрону $S3r$ (5.9—5.2 млн лет). По-иному будет выглядеть палеомагнитная интерпретация двух магнитозон новостаничной свиты (N_8N_{1-2m-z} и R_9N_{1-2z}) у с. Нижняя Ильинка, если исходить из стратиграфической последовательности неогеновых отложений, предложенной В.С. Зыкиным [Зажигин, Зыкин, 1983, 1984], который выделяет двучленную толщу у с. Нижняя Ильинка в крутогорскую свиту, помещая ее выше новостаничной свиты и датируя нижним плиоценом (при двучленном делении плиоцена) второй половиной русциния. Тогда этому отрезку геологического времени на мировой магнитохронологической шкале соответствует хрон Гильберт ($S3r$) и, следовательно, обе разнополярные магнитозоны свиты могут отвечать отдельным фрагментам этого хрона. Вероятнее всего, нижняя магнитозона будет сопоставляться с субхроном прямой полярности Твера ($S3n4n$) (~5.2—4.95 млн лет) хрона Гильберт, а верхняя — с фрагментом этого хрона между субхронами прямой полярности Твера и Сидуфиал ($S3n3r$) (~4.9—4.85 млн лет) [Berggren et al., 1995]. Установление нового нижнеплиоценового исаковского комплекса млекопитающих в исаковских слоях [Зыкин, Зажигин, 2004] с флоротипом среднемиоценовой исаковской флоры, располагающегося между черлакским и пешневским комплексами, по-видимому, позволяет интерпретировать магнитозону R в разрезе Исаковка как фрагмент ортохрона Гильберт над субхроном прямой полярности Кочити.

Таким образом, сопоставление региональной шкалы геомагнитной полярности позднего кайнозоя ЗСП с мировой временной шкалой позволило определить хронологическое положение некоторых ортозон неогена. Ортозоны неогена (R_2N_{1aq} — R_7N_{1t}) в возрастном диапазоне верхи раннего—низы позднего миоцена пока еще не имеют четкой хронологической позиции, хотя и занимают вполне определенное стратиграфическое положение. Выявленная последовательность распределения ортозон магнитной полярности в палеомагнитной шкале ЗСП позволяет установить (в абсолютном летоисчислении) границы некоторых отделов позднего кайнозоя в региональной стратиграфической шкале. Так, граница олигоцена и миоцена, определяемая в 23.8 млн лет, фиксируется в региональной шкале в подошве ляминских слоев абросимовской свиты, в низах ортохрона R_1N_{1aq} ; граница миоцена и плиоцена — 5.2 млн лет (хрон $S3r$) в кровле новостаничной свиты (черлакские слои). Следовательно, геомагнитное поле позднего кайнозоя в период от раннего миоцена до позднего плиоцена продолжительностью 19.5 млн лет, восстановленное по векторам естественной остаточной намагниченности пород ЗСП, испытало 17 инверсий (на уровне границ ортозон) и зафиксировало 8 режимов прямой и 9 режимов обратной полярности. Большинство ортохронов осложнены кратковременными субхронами. По-видимому, такая сложная структура геомагнитного поля является проявлением неустойчивого его режима. Соотношение разнонаправленных полярностей приблизительно одинаковое.

Достоверность полученных палеомагнитных данных определяется возможностью выделить первичную компоненту естественной остаточной намагниченности в исследованных породах, сопоставлением палеомагнитной шкалы позднего кайнозоя ЗСП с магнитохронологической шкалой Берггрена [Berggren et al., 1995], а также структурным сходством шкалы неогена ЗСП со шкалами юга Европейской России [Молостовский, Храмов, 1997; Трубихин, 1984], Зайсанской впадины [Сулейманова, 2003] и общей шкалой полярности А.Н. Храмова (рис. 5) [Дополнения..., 2000].

Использование палеомагнитных данных для решения геолого-геофизических задач. С начала своего становления и до настоящего времени диапазон применения палеомагнитных данных и метода в целом для решения задач теоретической и практической геологии и геофизики весьма существенно расширился. Возможности использования полученных нами палеомагнитных данных в теории и практике геолого-геофизической службы также весьма широки.

Характер изменения вектора естественной остаточной намагниченности в исследуемых разрезах и степень выдержанности этого изменения по латерали позволяют расчленять и коррелировать отложения кайнозоя ЗСП по выделенным полярным магнитозонам. На основе чередования в разрезах магнитозон N и R полярностей произведено детальное расчленение свит кайнозоя от палеогеновой люлинворской до неогеновой новостаничной и плейстоценовой красnodубровской свит, более детальное, чем это может быть сделано на основе эволюции флоры и фауны (см. рис. 2—4).

Как уже не раз ранее отмечалось [Молостовский, Храмов, 1997], палеомагнитный метод, отдельно взятый, по своей сути не является методом непосредственного прямого датирования пород до тех пор,

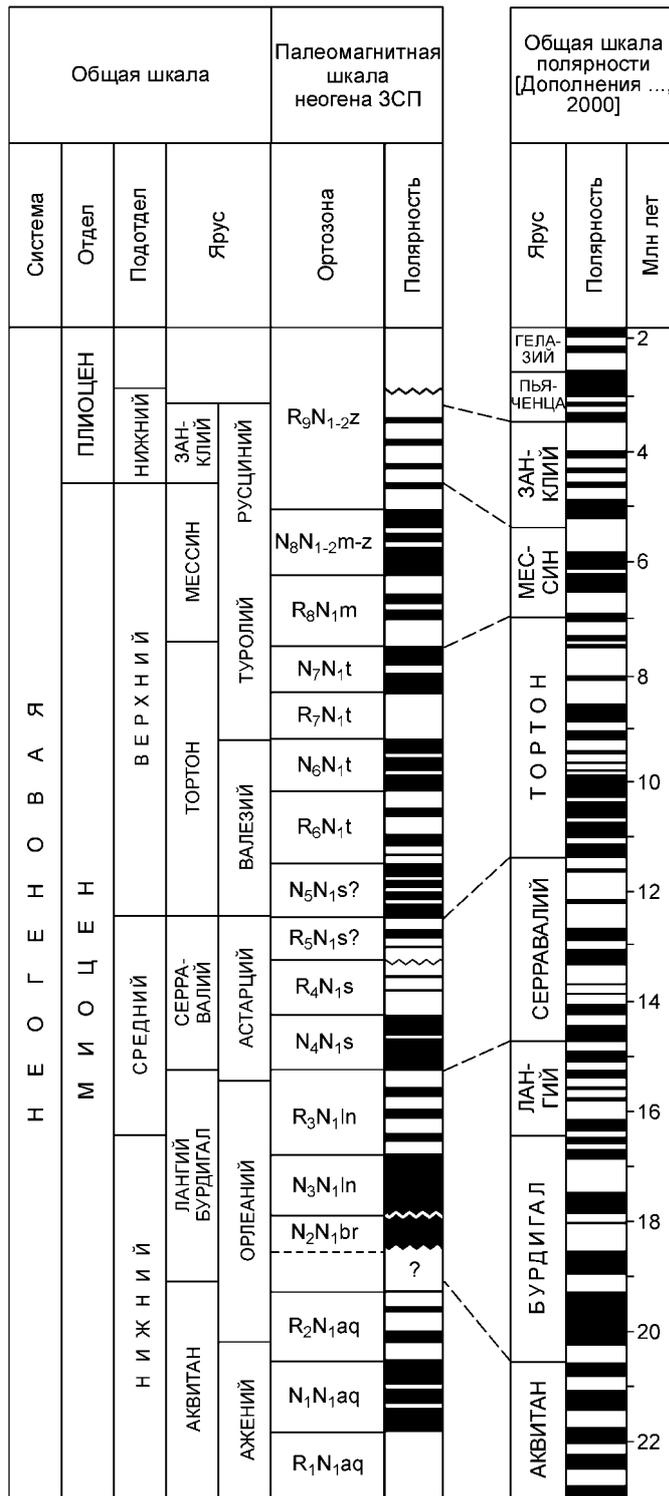


Рис. 5. Сопоставление палеомагнитной шкалы неогена Западно-Сибирской плиты с общей шкалой полярности [Дополнения..., 2000].

Усл. обозн. см. на рис. 2.

пока не будет решена проблема распознавания разновозрастных магнитозон одного знака. Но в комплексе с данными других методов, например палеоботаническими или фаунистическими, он может быть использован как метод абсолютного датирования и как метод сужения возрастного диапазона, устанавливаемого другими методами. В то же время при сравнении палеомагнитного рисунка колонок с таковым эталонной шкалы можно оценить полноту разрезов и масштабы размывов и перерывов в осадконакоплении при выпадении из разреза отдельных магнитозон или их фрагментов. А поскольку стратиграфический объем каждой исследованной свиты кайнозоя ЗСП включает несколько магнитозон, то магнитная зональность позволяет анализировать полноту разрезов и масштабы размывов и перерывов и в тех случаях, когда они не улавливаются палеонтологически (биостратиграфически). Примерами могут служить абросимовская, бещеульская и павлодарская свиты. Перерывы из-за размывов в неогеновых отложениях Омско-Павлодарского—Тарского Прииртышья и Обь-Иртышского междуречья в абросимовской, бещеульской и павлодарской свитах оцениваются сегодня пока только в относительном летоисчислении.

В нашей практике есть также примеры определения относительного (древнее, моложе) возраста пород на основании векторных палеомагнитных характеристик. Так, отложения исаковской свиты (слоев) в разрезах Бещеул и Исаковка, считавшиеся ранее разновозрастными, оказались разновозрастными, поскольку относятся к магнитозонам противоположной полярности. Отложения свиты в разрезе Бещеул составляют магнитозону прямой полярности (N), а в разрезе Исаковка — магнитозону обратной полярности (R). Эти выводы вначале были основаны только на палеомагнитных данных. Позднее, при тщательном изучении оказалось, что отложения исаковских слоев в этих двух разрезах имеют

несколько различающуюся палинологическую характеристику и представлены к тому же разными фациями, что позволило однозначно решить вопрос о стратиграфической позиции R и N магнитозон и правильно расположить их в возрастной последовательности в разрезе. Сопоставление региональной шкалы магнитной полярности кайнозоя ЗСП с магнитохронологической шкалой позволило не только определить возраст пород, оценить полноту исследуемых разрезов и установить амплитуды размывов и перерывов, но также оценить скорости осадконакопления. Скорость седиментации новостаничной свиты по нашим оценкам составляет 16 мм/тыс. лет.

Данные палеомагнитных исследований обязательны при разработке магнито-стратиграфических схем, используемых в геолого-разведочных, геолого-поисковых и геолого-съёмочных работах. Магнито-

стратиграфические схемы палеогена и неогена и объяснительные записки к ним вошли как составные части в унифицированные стратиграфические схемы кайнозойских отложений ЗСП и могут быть использованы для решения прикладных задач геологии и геофизики. Они приняты на Межведомственных стратиграфических совещаниях в 2000—2001 годах и к настоящему времени изданы [Унифицированные..., 2001].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые составлены опорные палеомагнитные разрезы и корреляционные схемы неогеновых отложений пяти локальных седиментационных бассейнов ЗСП, располагающихся в пределах Барабинской и Кулундинской равнин, Омско-Павлодарского и Тарского Прииртышья, Томского Приобья. Выполненные исследования позволяют проводить детальную внутриконтинентальную корреляцию отложений по ортозонам прямой и обратной полярности, более дробную, чем это можно сделать по палеонтологическим данным. На основе этих данных разработана шкала геомагнитной полярности неогена ЗСП, включающая стратиграфические подразделения от миоцена до позднего плиоцена. Шкала включает 17 N- и R-ортозон. В этой шкале установлены реперные уровни, позволяющие выйти на глобальный уровень корреляций и сопоставить региональную палеомагнитную шкалу неогена ЗСП с палеомагнитными разрезами (шкалами) других регионов и с эталонной временной шкалой Берггрена [Berggren et al., 1995].

Используя разрешающую способность шкалы геомагнитных инверсий кайнозоя Западно-Сибирской плиты, стало возможным: оценить полноту разрезов и масштаб размывов и перерывов в отложениях кайнозоя плиты, оценить устойчивость геологических границ исходя из синхронности геомагнитных инверсий; проводить расчленение и корреляцию отложений на основе ортозон и палеомагнитных характеристик; определять абсолютный возраст пород.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 01-05-65245 и 02-05-64787).

ЛИТЕРАТУРА

Багина О.Л. Оценка природы естественной остаточной намагниченности по коэффициенту переосаждения // Физика Земли, 1968, № 8, с. 27—31.

Бойцова Е.П., Панова Л.А. Комплексы спор и пыльцы из континентальных отложений палеогена и неогена Западно-Сибирской низменности и Казахстана // Стратиграфия и палеонтология мезозойских и палеоген-неогеновых континентальных отложений азиатской части СССР. Л., Наука, 1967, с. 262—270.

Вангенгейм Э.А., Зажигин В.С., Певзнер М.А., Хоревина О.В. Граница миоцен—плиоцен в Западной Сибири и Центральной Азии (по палеомагнитным и биостратиграфическим данным) // Среда и жизнь на рубеже эпох кайнозоя в Сибири и на Дальнем Востоке. Новосибирск, Наука, 1984, с. 167—171.

Волкова В.С., Панова Л.А. Палинологическая характеристика неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины // Палинология кайнозоя в Сибири. Новосибирск, Наука, 1975, с. 34—35.

Волкова В.С., Кулькова И.А., Кузьмина О.Б. Палио-стратиграфия палеогеновых и неогеновых отложений Барабинско-Кулундинской фациальной зоны Западной Сибири // Геология и геофизика, 2002, т. 43 (11), с. 1017—1037.

Гнибиденко З.Н. Палеомагнетизм и магнитостратиграфия неогеновых отложений Прииртышья // Геология и геофизика, 1990 (1), с. 85—94.

Гнибиденко З.Н., Донченко В.В. Магнитостратиграфия верхне-неогеновых отложений разреза у с. Нижняя Ильинка (Омское Прииртышье, Западная Сибирь) // Геология и геофизика, 1994, т. 35 (4), с. 50—58.

Гнибиденко З.Н., Мартынов В.А., Донченко В.В., Шмырева З.Л. Магнитостратиграфический разрез неогеновых отложений Барабинской равнины // Геология и геофизика, 1989 (2), с. 11—20.

Гнибиденко З.Н., Мартынов В.А., Донченко В.В., Никитин В.П. Опорный разрез и магнитостратиграфия неогена Омского Прииртышья // Геология и геофизика, 1991 (1), с. 71—77.

Гнибиденко З.Н., Гейс В.В., Мартынов В.А., Никитин В.П. Палеомагнетизм и магнитостратиграфия нижнемиоценовых отложений абросимовского горизонта Западной Сибири // Геология и геофизика, 1996а, т. 37 (11), с. 75—82.

Гнибиденко З.Н., Мартынов В.А., Никитин В.П., Семаков Н.Н. Магнитостратиграфия и динамика осадконакопления нижнемиоценовых отложений Западной Сибири // Геодинамика и эволюция Земли. Новосибирск, Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ СО РАН, 1996б, с. 203—205.

Гнибиденко З.Н., Мартынов В.А., Никитин В.П., Семаков Н.Н. Магнитостратиграфия и палеоботаническая характеристика миоценовых отложений бещеульского горизонта Западной Сибири // Геология и геофизика, 1999, т. 40 (12), с. 1808—1820.

Гнибиденко З.Н., Мартынов В.А., Никитин В.П. Магнитостратиграфический разрез палеоген-неогеновых отложений Западной Сибири // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и северо-востока России. Томск, 2000, с. 375—377.

Гнибиденко З.Н., Никитин В.П., Кулькова И.А. Палеомагнитная структура и динамика осадконакопления кайнозойских отложений Западно-Сибирской плиты // Проблемы региональной геофизики: Материалы геофизической конференции. Новосибирск, 2001, с. 29—31.

Горбунов М.Г., Васильев И.П. О стратиграфическом положении третичной флоры на р. Абросимовке у г. Тары, на Иртыше // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1972, № 2, с. 126—134.

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

Зажигин В.С. Грызуны позднего плиоцена и антропогена юга Западной Сибири. М., Наука, 1980, 156 с.

Зажигин В.С., Зыкин В.С. К стратиграфии плиоцена юга Западно-Сибирской равнины // Геология и геофизика, 1983 (10), с. 42—48.

Зажигин В.С., Зыкин В.С. Новые данные по стратиграфии плиоцена юга Западно-Сибирской равнины // Стратиграфия пограничных отложений неогена и антропогена Сибири. Новосибирск, ИГиГ СО АН СССР, 1984, с. 29—53.

Зыкин В.С. Новые данные о разрезе неогеновых отложений у г. Павлодара // Проблемы стратиграфии и палеогеографии плейстоцена Сибири. Новосибирск, Наука, 1982, с. 66—72.

Зыкин В.С., Зажигин В.С. Новый биостратиграфический уровень плиоцена Западной Сибири и возраст стратотипа нижнесреднемиоценового бещеульского горизонта // Докл. РАН, 2004, т. 398, № 2, с. 214—217.

Казьмина Т.А. Неогеновые и четвертичные комплексы остракод юга Западной Сибири // Кайнозой Сибири и северо-востока СССР. Новосибирск, Наука, 1989, с. 66—70.

Коробков А.И. Хаттский и аквитанский ярусы и нижняя граница неогена на территории СССР // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1974, № 8, с. 98—104.

Кузьмина О.Б., Волкова В.С., Гнибиденко З.Н., Лебедева Н.К. Микрофитофоссилии и магнитостратиграфия верхнемеловых и кайнозойских отложений юго-восточной части Западно-Сибирской плиты // Геология и геофизика, 2003, т. 44 (4), с. 348—363.

Мартынов В.А. Изученность стратиграфии неогена Западной Сибири // Палеоген и неоген Сибири. Новосибирск, Наука, 1978, с. 22—32.

Мартынов В.А. Природная обстановка и геологические рубежи неогена Западной Сибири // Среда и жизнь на рубежах эпох кайнозоя в Сибири и на Дальнем Востоке. Новосибирск, Наука, 1984, с. 151—157.

Мартынов В.А., Никитин В.П. К стратиграфии неогеновых отложений южной части Западно-Сибирской низменности // Геология и геофизика, 1968 (12), с. 3—15.

Мартынов В.А., Гнибиденко З.Н., Никитин В.П. Нижний миоцен Тарского Прииртышья: стратиграфия, палеоботаника, палеомагнетизм // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1997, т. 5, № 4, с. 46—54.

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

Неогеновая система. Стратиграфия СССР, Полутом 2. М., Недра, 1986, 443 с.

Никитин В.П. Миоценовые флоры Западной Сибири (по материалам палеокарпологических исследований) // Среда и жизнь на рубежах эпох кайнозоя в Сибири и на Дальнем Востоке. Новосибирск, Наука, 1984, с. 146—150.

Никитин В.П. Флористические уровни неогена Западной Сибири // Геология и полезные ископаемые юга Западной Сибири. Новосибирск, Наука, 1988, с. 155—166.

Никитин В.П. Палеокарпология и вопросы стратиграфии неогена Западной Сибири // Геология и геофизика, 2006, т. 47 (8), с. 963—970.

Певзнер М.А., Вангенгейм Э.А. Соотношение континентальной шкалы плиоцена Западной Европы со стратиграфическими шкалами Средиземноморья и Восточного Паратетиса // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1986, № 3, с. 3—17.

Сулейманова Ф.И. Шкала инверсий и развитие геомагнитного поля в кайнозое. Уфа, Изд-во „Гилем“, 2003, 227 с.

Трубихин В.М. Палеомагнитная шкала и стратиграфия неоген-четвертичных отложений Паратетиса // Стратиграфия и литология мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Мирового океана, Т. 1. М., 1984, с. 174—174а.

Унифицированная региональная стратиграфическая схема четвертичных отложений Западно-Сибирской равнины: Объяснительная записка и схема. Новосибирск, СНИИГиМС, 2000, 64 с.

Унифицированные региональные стратиграфические схемы палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины: Объяснительная записка и схема. Новосибирск, СНИИГГиМС, 2001, 84 с.

Храмов А.Н. Палеомагнитная корреляция осадочных толщ. Л., Гостоптехиздат, 1958, 218 с.

Храмов А.Н. Ориентационная намагниченность тонкодисперсных осадков // Изв. АН СССР, Сер. Физика Земли, 1968, № 1, с. 115—119.

Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова Р.А., Писаревский С.А., Погарская И.А., Ржевский Ю.С., Родионов В.П., Слауцитайс И.П. Палеомагнитология. Л., Недра, 1982, 312 с.

Berggren W.A., Kent D.V., Swicher C.C., Aubry M.P. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy // SEPM (Society for Sedimentary Geology). Oklahoma, USA, Special Publication, 1995, p. 129—212.

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

Gnibidenko Z.N. Magnetostratigraphy of reference sections of Pliocene sediments in the near-Irtysh region // The INQUA International symposium on stratigraphy and correlation of Quaternary deposits of the Asian and Pacific regions. Bangkok, Thailand, 1991, CCOP/TP. 22, p. 175—184.

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 30 июня 2006 г.
В.А. Верниковским*

*Поступила в редакцию 22 апреля 2005 г.,
после доработки — 10 марта 2006 г.*