

УДК 550.382+551.79

## МАГНИТОСТРАТИГРАФИЯ НЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

Л.В. Гребенюк, ведущий инженер палеомагнитной лаборатории НИИ Геологии СГУ  
 А.С. Застрожнов, начальник геологического отдела  
 Волгоградской экспедиции, Нижневолжскгеология

E-mail: Grebenuklv@info.sgu.ru

По ряду опорных скважин составлен первый сводный магнитостратиграфический разрез неогеновых отложений Северного Прикаспия. Произведено его сопоставление с региональными магнитостратиграфическими схемами Северного Кавказа, Апшерона и Западной Туркмении. На основе магнитной зональности уточнен возраст конкретных подразделений, выделенных по фауне. Доказана пригодность сульфидов для целей палеомагнитной стратиграфии. Полученные в процессе изучения данные необходимы как для построения региональной магнитостратиграфической шкалы неогена Волго-Каспия, так и для решения конкретных задач практической стратиграфии.

Работа выполнена в рамках научных программ Минобразования РФ, проект E00-9.0-73 и Университеты России, проект 09.01.030.

### Magnetostratigraphy of Neogene deposits from Northern Cis-Caspian region

L.V. Grebenjuk, A.S. Zastrozhnov

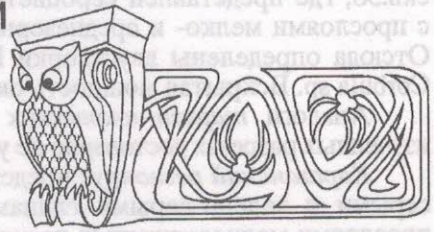
A first consolidated magnetostratigraphy section of Neogene deposits from Northern Cis-Caspian region on number of supporting boreholes was formed. It's collation with regional magnetostratigraphy schemes of Northern Caucasus, Apscheronian peninsula and Western Turkmenistan was made, age of concrete ranges was elaborated. The results of this work are necessary for the forming regional magnetostratigraphy scale of Neogene deposits from Volga and Cis-Caspian regions and for deciding different problems of practical stratigraphy.

### 1. Состояние проблемы

Палеомагнитные исследования неогеновых отложений Понто-Каспия, которые ведутся уже более двух десятилетий, позволили составить определенное представление об особенностях их магнитной зональности. Эти сведения изложены в многочисленных публикациях о палеомагнетизме опорных разрезов миоценовых и плиоценовых отложений Западной Туркмении, Крыма, Тамани, Апшерона, Северного Кавказа и Закавказья [1-12].

В северном обрамлении Восточного Паратетиса, в отличие от Черноморской и Каспийской областей, неогеновые отложения в палеомагнитном отношении почти не исследованы. Исключение составляет лишь верхнеплиоценовая часть шкалы, которая изучалась В.Н.Ереминым [13].

За последние годы коллективом палеомагнитной лаборатории НИИ Геологии СГУ собран значительный материал по ряду крупных опорных скважин, пробуренных в процессе геологосъемочных работ на территории Калмыкии, Волгоградской и Саратовской областей (рис. 1).



Полученные в процессе изучения данные необходимы как для построения региональной магнитостратиграфической шкалы неогена Волго-Каспия, так и для решения конкретных задач практической стратиграфии.

### 2. Объекты исследования

Из 11 скважин отобрано более 1000 штурфов, ориентированных в положении «верх-низ», при приемке керна из колонковой трубы в процессе бурения. Определениями охарактеризована значительная часть неогена, представленная в региональном разрезе - от коцахурского региона по ачкагыльский включительно. Ниже приводится краткая характеристика изученных подразделений.

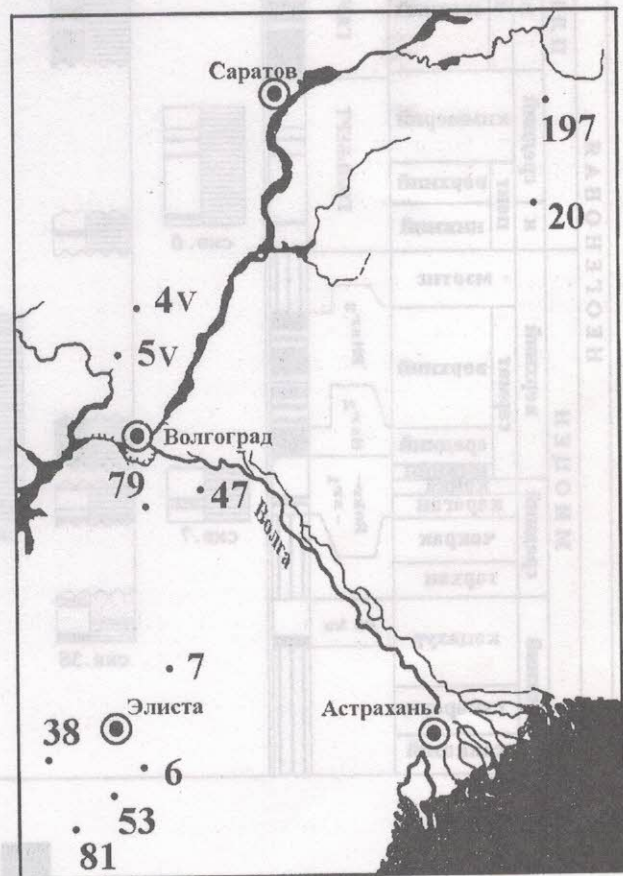


Рис. 1. Схема расположения изученных скважин неогеновых отложений Северного Прикаспия





**Коцахурский региоярус.** Вскрыт лишь в скв.38, где представлен сероцветными глинами с прослоями мелко- и среднезернистых песков. Отсюда определены двустворки *Rzehakia* sp. и *Corbula* sp. Вскрытая мощность около 80 м.

Аналоги **тархан-чокракских** отложений в изученных разрезах достоверно не установлены.

**Караганский региоярус** представлен темно-серыми и зелено-серыми глинами с тонкими прослоями мелкозернистых песков с остатками *Barnea* sp. и *Spaniodontella gentilis* Andr. Видимая мощность 40 м.

**Конкский региоярус.** Литологически конкские отложения близки к караганским и выделяются лишь по появлению моллюсков *Ervilia pusilla trigonula* Sok., *Abra* cf. *aiba scythica* (Sok.).

Спорово-пыльцевой комплекс представлен доминирующей пыльцой древесной растительности с постепенным уменьшением содержаний листовых растений и возрастанием роли хвойных. Мощность конки варьирует от 20 до 40 м.

**Сарматский региоярус.** Разрез образован темно-серыми глинами с прослоями белых и зеленовато-серых песков с *Ervilia pusilla dissita* Eichw., *E. dissita* Eichw., *E. dissita andrussovi* Koles., *Acteocina inflexa* Baily., *Trochus anguletosarmates* Sins., *Cerastoderma plicatum* Eichw., *Mastra eichwaldi* Lask., *Hydrobia erosa* Volkov., *Obsoletiforma* cf. *lithopodolica ruthenica* (Hilb.) и др. Максимально вскрытая мощность 110 м.

В разрезе скв. 7 представлена глинистая толща мощностью 170 м, которая отнесена

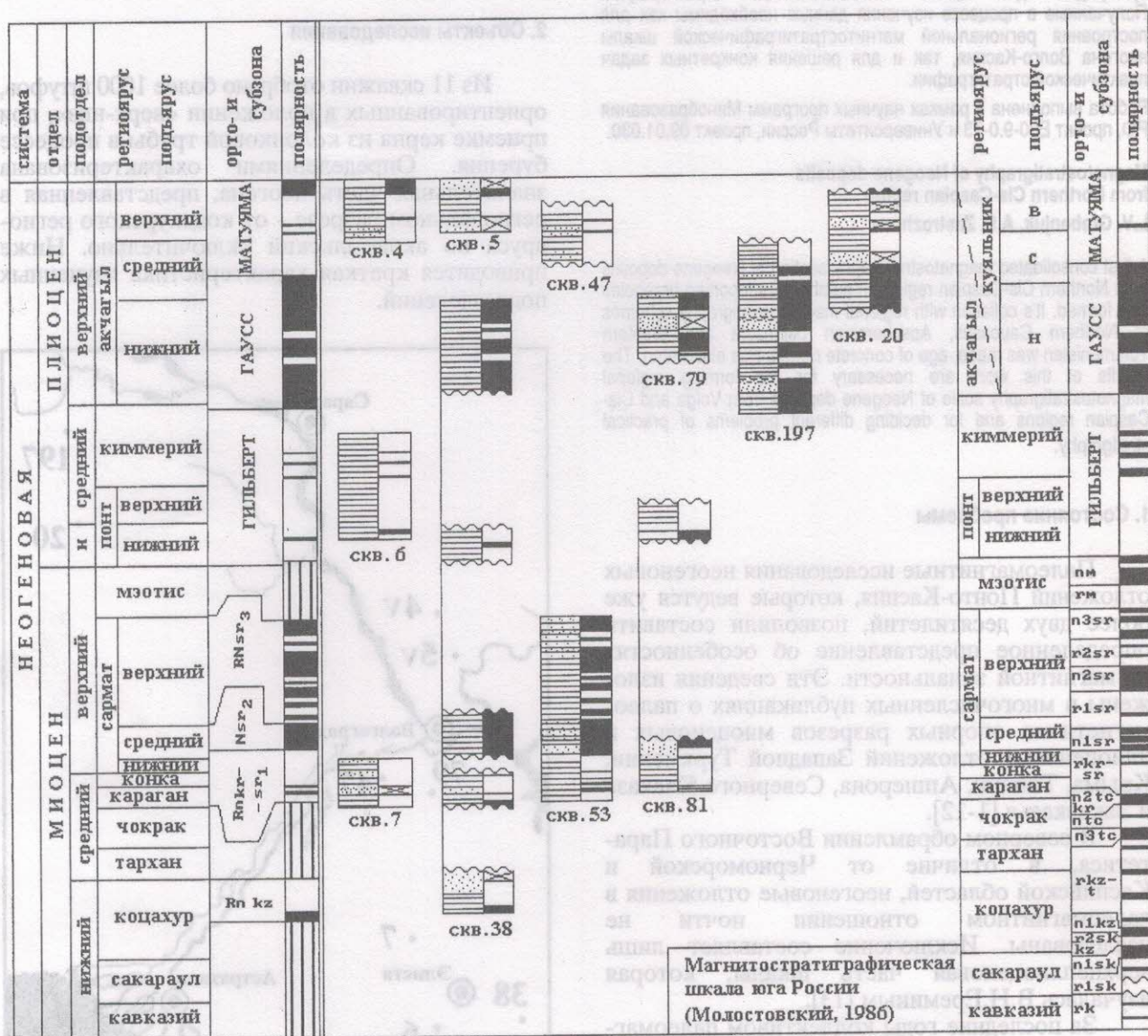


Рис. 2. Сводный магнитостратиграфический разрез неогеновых отложений Северного Прикаспия

- Условные обозначения**
- интервал прямой полярности
  - интервал обратной полярности
  - ⊗ отсутствие палеомагнитных данных
  - ▨ отсутствие отложений
  - ▨ глины
  - ▨ пески



А.С.Застрожным [14] к яшкульской свите. Возраст ее по палинологическим данным определен как караган - нижний сармат.

Мэотические отложения в изученных разрезах не установлены.

Понтический регионарус представлен монотонной толщей желто-серых глин и алевроитов с *Dreissena tenuissima* Sinz., *Paradacna abichi* (R.Horn.), *Eupatorina litoralis* (Eichw.), *Pseudocatillus* (R.Horn.), *Pseudocatillus* cf., *Pseudocatillus* (Bard.), *Conderia amigdaloides novorossica* (Sinz.). Мощность 40 - 50 м.

Палеонтологически обоснованные отложения киммерийского возраста в районе не выявлены, хотя, не исключено, что стометровая глинистая толща, залегающая на понтических напластованиях в разрезе скв. 6, в какой-то части относится к киммерию. Низы скв. 197 по данным палиоэстратиграфии также имеют киммерийский возраст.

Акчагыльский регионарус. Отложения представлены сероцветной глинисто-песчаной толщей с многочисленными моллюсками *Cerastoderma dombra* (Andrus.), *C. obsoletum* (Eichw.), *Kirghizella inostranzevi* Andrus., *Clessiniolla utvensis* Andrus., *Avicardium nikitini* (Andrus.), *Carychium suevicum* Boettg., *C. aff. plicatum* Steklov., *Castrocopta* (*Vertigopsis*) *nicitini*

*Krasn.*, *Vertigo antivertigo* (Drap.), *V. papila* Mull., *Chondrula steklovi* Krasn., *Valonia excentrica* Stevki., *V. costata* (Mull.) и др. Вскрытая бурением мощность достигает 300 м.

Стратиграфическое положение изученных разрезов представлено на рис. 2. Пропуски в сводной колонке обусловлены неполнотой регионального разреза.

### 3. Лабораторные исследования

Отбор штуфов производился с интервалом 0.5-3.0 м. Каждый штуф распиливался на 4-6 ориентированных кубиков размером 20 мм по ребру. Измерения магнитной восприимчивости ( $k$ ) производились на приборах ИМВ-2 и КТ-5, естественной остаточной намагниченности ( $EON, J_n$ ) - на спиннер-магнитометрах JR-3 и JR-4.

Для выбора оптимального режима магнитной чистки были выбраны лидирующие коллекции, которые подверглись 1-3 часовым последовательным нагревам от 100 до 500°C в пермалловых печах. Наиболее оптимальные результаты были получены при нагревах до 200-300 °C в течение 2.0-2.5 ч.

Диагностика минералов-носителей намагниченности производилась с помощью дифференциального терромагнитного анализа и методов оптической минералогии.

Опыты по нормальному намагничиванию свидетельствуют о преобладании в породе магнитомягких фаз. Насыщение образцов происходило в полях  $(90-120) \cdot 10^3$  А/м, разрушение величин  $J_{rs}$  в полях  $(H \cdot cs)$   $(50-70) \cdot 10^3$  А/м. (рис. 3).

Согласно данным дифференциального терромагнитного анализа (ДТМА) (рис. 4, а-в), в породах присутствуют две магнитные фазы -

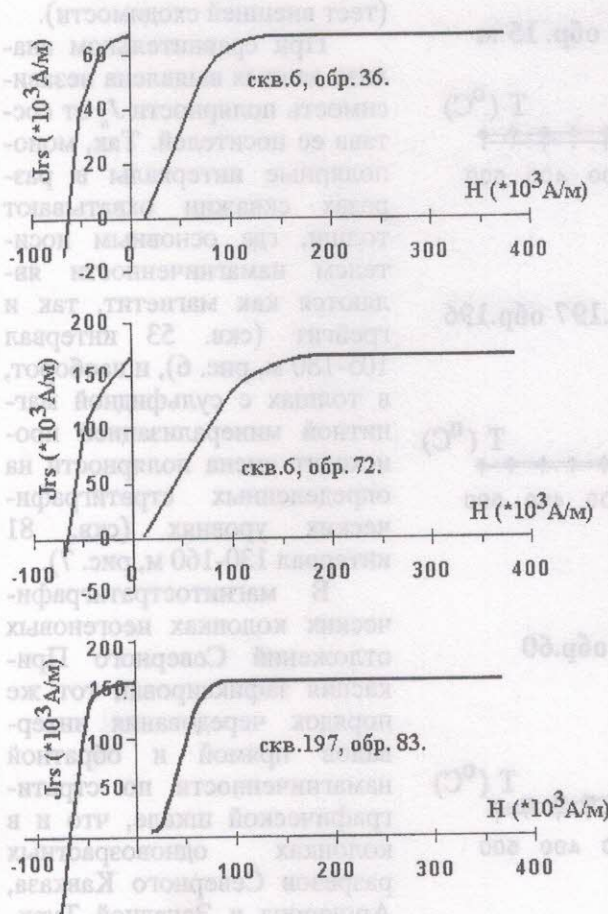


Рис. 3. Графики нормального намагничивания образцов

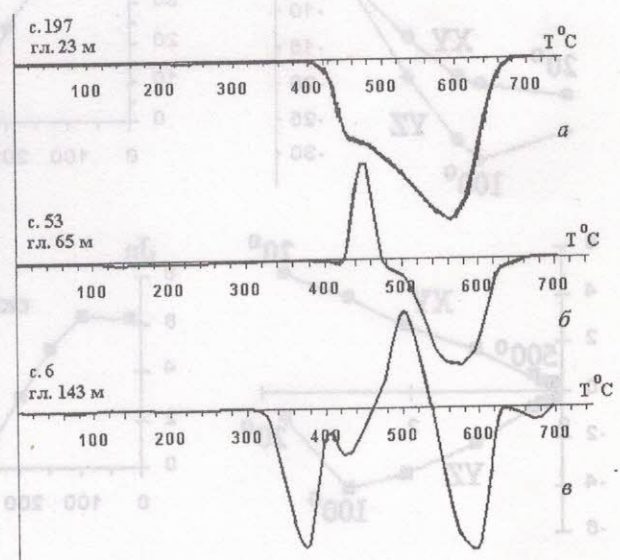


Рис. 4. Типичные графики ДТМА



магнетит и магнитные сульфиды пирротин-грейгитовой группы. Методами оптической минералогии диагностируются мелкие обломочные зерна магнетита, что свидетельствует об их аллотигенной природе. На графиках ДТМА магнетит устанавливается лишь в слабомагнитных образцах при отсутствии пирита и магнитных сульфидов (см. рис. 4, а). Магнитные сульфиды установлены в основной массе образцов, где образуют почковидные, округлые, пластинчатые и трубчатые зерна алевро-песчаной размерности. На кривых ДТМА они фиксируются по отрицательным пикам в области температур 350 и 420 °С - в точках Кюри пирротина и грейгита [15]. Термомангнитным анализом аллотигенный магнетит при наличии сульфидов не регистрируется, поскольку его характерные пики маскируются более сильными термоэффектами новообразованного  $Fe_3O_4$  (см. рис. 4, б).

В ряде образцов устанавливается присутствие гематита, возникшего, видимо, вследствие окисления магнетита и сульфидов (см. рис. 4, в).

В породах выявлено несколько компонент естественной остаточной намагниченности. Низкотемпературная, видимо, вторичная намагниченность разрушается при нагревании образца породы до 100-150 °С. Дальнейший интервал температур до 500 °С представлен, в основном, прямолинейным участком, что позволяет предположить наличие лишь одного или нескольких близких по направлению векторов  $J_n$ . В ряде образцов на кривых ДТМА отчетливо проявляется компонента на 300-350 °С, связанная с размагничиванием магнитных сульфидов (рис. 5).

Вопрос о палеомагнитной пригодности таких пород требует особого внимания из-за возможной метахронности  $J_n$  относительно осадка. При работе с керновым материалом для доказательства первичности намагниченности возможно использование лишь двух тестов: 1) проверка зависимости или независимости полярности  $J_n$  от химизма ведущих магнитных фаз путем сопоставления данных по образцам, где носителями намагниченности являются грейгит и магнетит; 2) сходство или различие палеомагнитных колонок одновозрастных отложений разных районов (тест внешней сходимости).

При сравнительном анализе данных выявлена независимость полярности  $J_n$  от состава ее носителей. Так, монополярные интервалы в разрезах скважин охватывают толщи, где основным носителем намагниченности являются как магнетит, так и грейгит (скв. 53 интервал 105-180 м, рис. 6), и наоборот, в толщах с сульфидной магнитной минерализацией происходит смена полярности на определенных стратиграфических уровнях (скв. 81 интервал 130-160 м, рис. 7).

В магнитостратиграфических колонках неогеновых отложений Северного Прикаспия зафиксирован тот же порядок чередования интервалов прямой и обратной намагниченности по стратиграфической шкале, что и в колонках одновозрастных разрезов Северного Кавказа, Апшерона и Западной Туркмении.

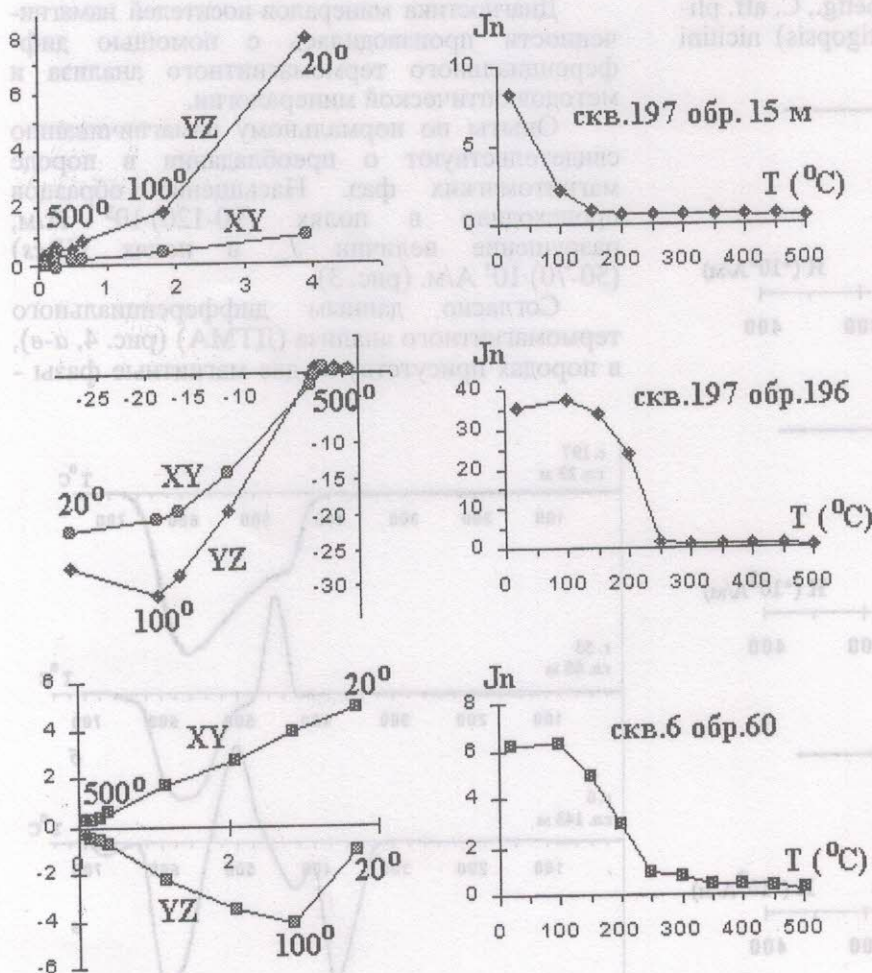


Рис. 5. Характерные диаграммы Зийдверельда





А.С.Застрожным [14] к яшкульской свите. Возраст ее по палинологическим данным определен как караган - нижний сармат.

Мэотические отложения в изученных разрезах не установлены.

Понтический региоярус представлен монотонной толщей желто-серых глин и алевроитов с *Dreissena tenuissima* Sinz., *Paradacna abichi* (R.Horn.), *Eupatorina litoralis* (Eichw.), *Pseudocatillus* (R.Horn.), *Pseudocatillus* cf., *Pseudocatillus* (Bard.), *Conderia amigdaloides novorossica* (Sinz.). Мощность 40 - 50 м.

Палеонтологически обоснованные отложения киммерийского возраста в районе не выявлены, хотя, не исключено, что стонетровая глинистая толща, залегающая на понтических напластованиях в разрезе скв. 6, в какой-то части относится к киммерию. Низы скв. 197 по данным палинostrатиграфии также имеют киммерийский возраст.

Ачкагыльский региоярус. Отложения представлены сероцветной глинисто-песчаной толщей с многочисленными моллюсками *Cerastoderma dombra* (Andrus.), *C. obsoletum* (Eichw.), *Kirghizella inostranzevi* Andrus., *Clessiniolla utvensis* Andrus., *Avicardium nikitini* (Andrus.), *Carychium suevicum* Boettg., *C. aff. plicatum* Steklov., *Castrocopta* (*Vertigopsis*) *nicitini*

*Krasn.*, *Vertigo antivertigo* (Drap.), *V.papila* Mull., *Chondrula steklovi* Krasn., *Valonia excentrica* Stevki., *V.costata* (Mull.) и др. Вскрытая бурением мощность достигает 300 м.

Стратиграфическое положение изученных разрезов представлено на рис. 2. Пропуски в сводной колонке обусловлены неполнотой регионального разреза.

### 3. Лабораторные исследования

Отбор шtuффов производился с интервалом 0.5-3.0 м. Каждый штуфф распиливался на 4-6 ориентированных кубиков размером 20 мм по ребру. Измерения магнитной восприимчивости ( $k$ ) производились на приборах ИМВ-2 и КТ-5, естественной остаточной намагниченности ( $ЕОН, J_n$ ) - на спиннер-магнитометрах JR-3 и JR-4.

Для выбора оптимального режима магнитной чистки были выбраны лидирующие коллекции, которые подверглись 1-3 часовым последовательным нагревам от 100 до 500°C в пермалловых печах. Наиболее оптимальные результаты были получены при нагревах до 200-300 °С в течение 2.0-2.5 ч.

Диагностика минералов-носителей намагниченности производилась с помощью дифференциального термомагнитного анализа и методов оптической минералогии.

Опыты по нормальному намагничиванию свидетельствуют о преобладании в породе магнитомягких фаз. Насыщение образцов происходило в полях  $(90-120) \cdot 10^3$  А/м, разрушение величин  $J_{rs}$  в полях  $(H \cdot cs)$   $(50-70) \cdot 10^3$  А/м. (рис. 3).

Согласно данным дифференциального термомагнитного анализа (ДТМА) (рис. 4, а-в), в породах присутствуют две магнитные фазы -

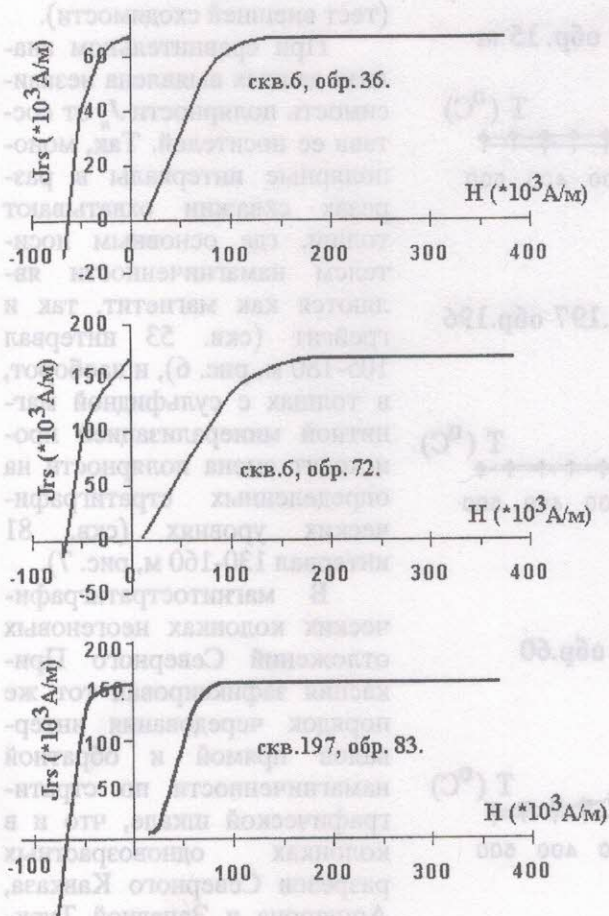


Рис. 3. Графики нормального намагничивания образцов

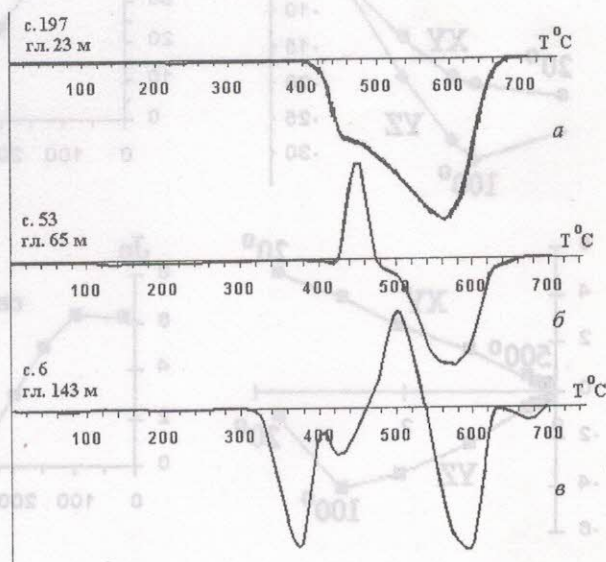


Рис. 4. Типичные графики ДТМА



4. Обсуждение результатов

Исследованная толща неоднородна в петромагнитном отношении и обнаруживает значительную вариабельность скалярных магнитных характеристик по разрезу.

В вертикальном распределении петромагнитных параметров наблюдается определенная закономерность, выражающаяся в последовательном чередовании сильно- и слабомагнитных интервалов. На фоне отложений со слабой и умеренной магнитностью, где значения  $J_n$  и  $k$  варьируют от 0.5 до  $5 \cdot 10^{-3}$  А/м и от 3 до  $12 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ, соответственно, выделяются достаточно крупные (от 20-40 до 100 м) пачки, отмеченные резким увеличением численных магнитных характеристик:  $J_n = (50-150) \cdot 10^{-3}$  А/м при  $k$  до  $900 \cdot 10^{-5}$  ед.СИ.

Столь резкая магнитная дифференциация, обусловленная неравномерными концентра-

циями аутигенных магнитных сульфидов, отражает изменение геохимической среды в бассейне в процессе седиментации. Считается, что активное формирование аутигенных сульфидов было приурочено к трансгрессивным стадиям осадконакопления [16]. Отсюда можно полагать, что вариации петромагнитных кривых по разрезу отражают в известной мере эвстатические колебания Палеокаспия.

В неогеновой толще описываемого района выявляются следующие магнитополярные последовательности (см. рис. 2).

- Разобщенные крупные интервалы доминирующей обратной полярности в нижнем и среднем миоцене. Один из них отвечает коцахуру, второй охватывает караган, конку и переходит в низы сармата.

- В пределах сарматской части разреза намечается три магнитозоны: нижняя - обратной (R), средняя - прямой (N) и верхняя -

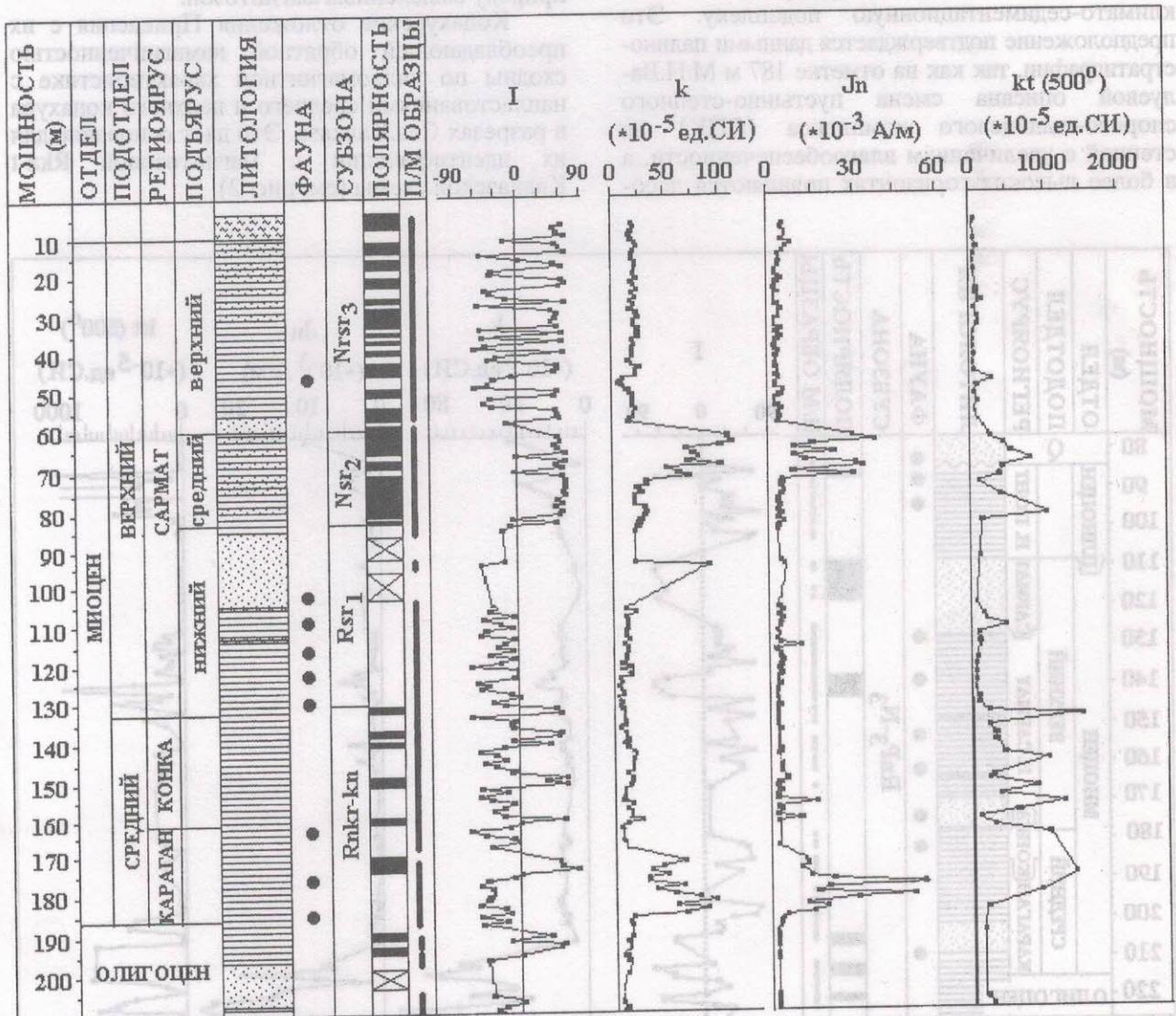


Рис. 6. Магнитостратиграфический разрез скв. 53







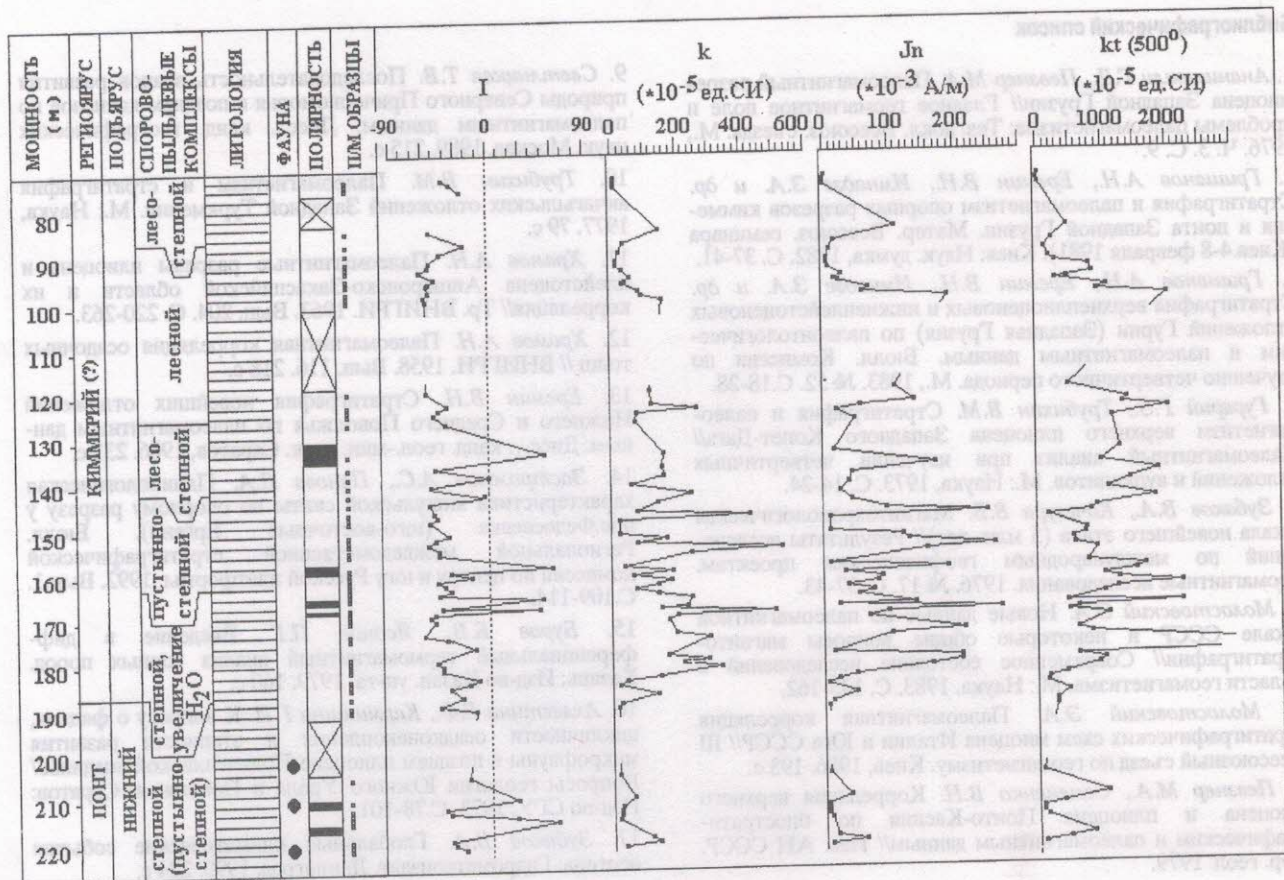


Рис. 8. Магнитостратиграфический разрез скв. 6

Аналоги караган-нижнесарматского R-интервала опознаются на том же стратиграфическом уровне в сводной палеомагнитной колонке Кавказа, где они фигурируют как зона Rkr-sr.

Близки по зональности палеомагнитные разрезы среднего и верхнего сармата. В обоих районах регистрируется преобладание прямой намагниченности в среднесарматском подъярусе и сложное чередование разнополярных субзон в пределах верхнего сармата.

Идентична палеомагнитная зональность отложений акчагыла и понта. Акчагыльские разрезы Сев. Прикаспия, Поволжья и Зап. Туркмении обнаруживают бizonальное строение. Нижняя зона прямой полярности эквивалентна нижней половине акчагыла, верхняя часть акчагыльского разреза намагничена обратно. Перечисленные N и R интервалы соответствуют магнитозонам Гаусс и Матуяма общей магнитохронологической шкалы.

Подытожим изложенное. Основной результат данной работы - это составление первого магнитостратиграфического разреза неогеновых отложений Сев. Прикаспия и его

сопоставление с региональными схемами Сев. Кавказа и Туркмении.

На основе магнитной зональности был уточнен возраст ряда конкретных подразделений, выделенных по фауне. В частности, по преобладающей R-полярности установлен средневерхний коцахур в скв. 38. Произведено палеомагнитное подразделение сарматской толщи на три подъяруса в скв. 38, 79 и 197, судя по прямой намагниченности пород, относится к нижнему и низам среднего акчагыла. В разрезе скв. 47 акчагыльские отложения намагничены обратно, что свидетельствует об их соответствии зоне Матуяма и верхней части акчагыльского яруса.

Кроме того, установлена пригодность сульфидов для целей палеомагнитной стратиграфии. В пользу этого заключения свидетельствует идентичная палеомагнитная зональность, наблюдаемая в неогеновых отложениях Северного Прикаспия и Кавказа, несмотря на то, что в первых основными носителями намагниченности являются аутигенные сульфиды, а во вторых - аллотигенный магнетит.