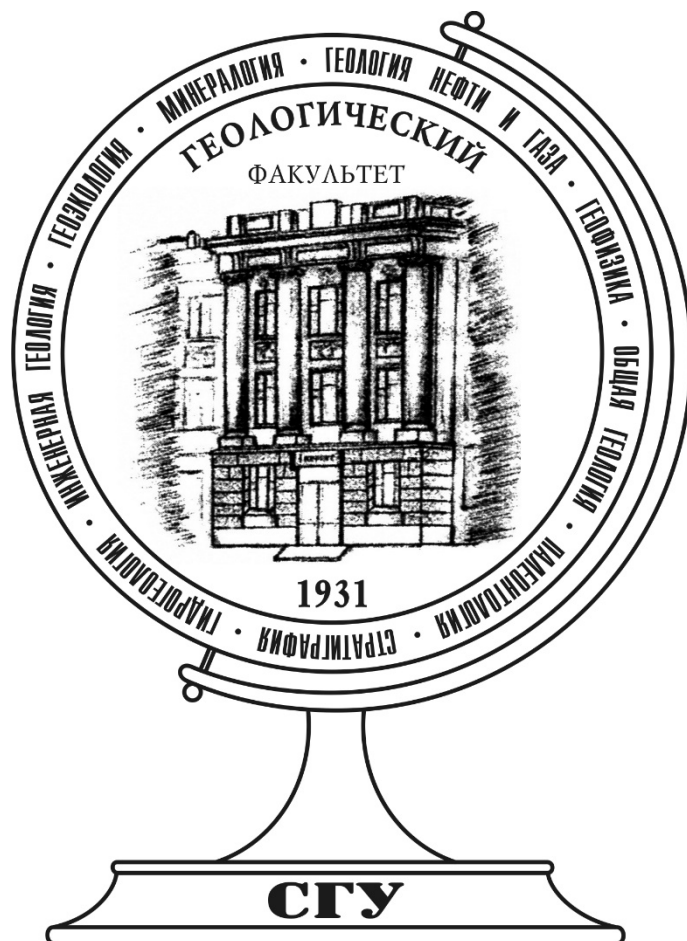


Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
Геологический факультет
ООО «Нефтегазсервис Саратов»



ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ – 2025

*Материалы научно-практической конференции
с международным участием*

г. Саратов, 5 декабря 2025 года

Издательство «Техно-Декор»
Саратов 2025

УДК 55(082)
ББК 26.3я43
Г35

Геологические науки – 2025: Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. с межд. уч. (Саратов, 5 декабря 2025 г.) – Саратов: Издательство «Техно-Декор», 2025. – 135 с.: ил. ISBN 978-5-908063-22-7

Сборник содержит материалы докладов научно-практической конференции с международным участием «Геологические науки – 2025» (5 декабря 2025 г., г. Саратов). Доклады посвящены различным аспектам геологических наук и располагаются в тематическом порядке по разделам: «Общая и региональная геология, палеонтология и стратиграфия. Геологические памятники природы и музееведение», «Геология, методы поисков и разведки горючих полезных ископаемых», «Геофизика, методы поисков и разведки полезных ископаемых, моделирование и информационные технологии в науках о Земле», «Петрология и геохимические методы поиска полезных ископаемых», «Гидрогеология, инженерная и экологическая геология, геоэкология. История геологического изучения юго-востока европейской части России».

Для широкого круга геологов
УДК 55(082)
ББК 26.3я43

Ответственные редакторы: доцент М.В. Пименов, доцент В.А. Фомин
Редакционная коллегия: доцент Е.Н. Волкова, профессор А.Ю. Гужиков,
профессор А.Д. Коробов, профессор Е.М. Первушов

Организатор конференции: Геологический факультет СГУ

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ МАГНИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО
ПОГРАНИЧНОМУ ИНТЕРВАЛУ НИЖНЕЙ-СРЕДНЕЙ ЮРЫ СЕВЕРНОГО
КАВКАЗА (КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССИЯ)**

Тонкошкуров И.М.¹, Киселёв Д.Н.², Лутиков О.А.³

¹ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»

²ФГБОУ ВО «Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского»

³Геологический институт РАН

В августе 2025 года, в рамках комплексного изучения юрских отложений Северного Кавказа, проведено рекогносцировочное палеомагнитное и палеонтологическое опробование разреза пограничных отложений нижней – средней юры, расположенного в балке вблизи села Нижняя Ермоловка в Зеленчукском районе Карачаево-Черкессии. Многочисленные находки аммонитов ещё в 1960-е годы позволили наметить в нем уровень границы между тоарским и ааленским ярусами [2]. Послойное описание разреза и определения аммонитов проводились Д. Н. Киселёвым, определения двустворчатых моллюсков проводились О.А. Лутиковым. Разрез представлен преимущественно аргиллитами песчанистыми и песчаниками глинистыми (в нижней части разреза сидеритизированными), с редкими прослоями конгломератов (до 0.15–0.4 м) и песка (до 0.15–0.25 м), суммарной мощностью 37 м (рис. 1). В общей сложности, в разрезе опробованы 46 уровней, но монолитные ориентированные штуфы, пригодные для палеомагнитных определений удалось извлечь только с 25 уровней. Лабораторным палеомагнитным исследованиям, которые проводились по стандартной методике, подверглись 50 образцов. С целью выделения характеристической компоненты намагниченности (**ChRM**) один образец с каждого уровня подвергался последовательным размагничиванием температурой (до 300°C), а другой – переменным магнитным полем (до 100 мТл) соответственно.

До последнего времени данные о магнетизме юрских пород Кавказа остаются крайне малочисленными. Имеются определения палеомагнитных полюсов по юре Закавказья, представленной магматическими и вулканогенно-осадочными комплексами, и единичным разрезам юры на территории Северного Кавказа [1,3]. Магнитостратиграфические исследования юрских отложений в регионе, насколько известно авторам, не проводились.

Петромагнитная характеристика разреза (удельная магнитная восприимчивость – K_m , измеренная до и после нагрева пород, естественная остаточная намагниченность – J_n , остаточная намагниченность насыщения – J_{rs} , поле остаточной коэрцитивной силы – V_{cr} и другие параметры) базируется на измерениях 71 образцов с 46 уровней. Отложения характеризуются умеренными и даже высокими (по меркам осадочных пород) значениями K_m – от 6.9 до $53.0 \cdot 10^{-8}$ м³/кг и J_n – от 0.1 до $5.0 \cdot 10^{-3}$ А/м, но разрез при этом слабо дифференцирован по магнитным свойствам: повышенными значениями K_m (до $53 \cdot 10^{-8}$ м³/кг) выделяются лишь нижняя часть разреза (слои 1-10) и узкий интервал в верхах разреза (слои 34-35) (рис. 1).

По результатам магнитного насыщения в разрезе диагностируется в основном магнитомягкая фаза (насыщение происходит в полях от 100 до 200 мТл, а разрушение при 25–40 мТл), характерная для тонкодисперсного магнетита (или маггемита) (рис. 2а). Незначительное повышение магнитной жесткости в верхней части разреза (параметр $S = 0.77–0.89$, $V_{cr} = 38–45$ мТл) можно связать с продуктами окисления магнетита и/или пирита. О наличии тонкодисперсного пирита в отложениях свидетельствуют приросты K_m после прогрева пород при 500°C в течение часа до $647 \cdot 10^{-8}$ м³/кг.

Изучение анизотропии магнитной восприимчивости образцов показало, что большинство проекций коротких осей магнитных эллипсоидов (K_3) концентрируются в центре стереопроекции (занимают субвертикальное положение), а длинных и средних осей (K_1 и K_2 соответственно) равномерно распределяются вдоль ее экватора (располагаются субгоризонтально). Подобное распределение, характерное для осадков, формировавшихся в спокойной гидродинамической обстановке, соответствует первичной магнитной текстуре осадочных пород и является благоприятной предпосылкой для палеомагнитных исследований. После прогрева образцов до 500°C в течение часа наблюдается незначительное улучшение магнитной текстуры, улучшение которой, вероятно, связано с выгоранием органики, с которой ассоциируют парамагнитные железосодержащие минералы (рис. 2б).

На графиках термомагнитного анализа при первых прогревах отмечается наличие пирита (обр. 1) и сидерита (обр. 2) по возрастанию намагниченности за счет фазовых переходов $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$ при 500°C и $\text{FeCO}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$ при 350°C соответственно. Магнетит (обр. 1, 2) и гематит (или продукт окисления Fe_3O_4 – мартит) (обр. 2) фиксируются по характерным перегибам кривых в районах температур Кюри этих минералов - 578°C и 678°C соответственно (рис. 2в). FeS_2 и FeCO_3 полностью превращаются в магнетит после первого прогрева, и на графиках второго прогрева регистрируется только сильномагнитный магнетит по исчезновению намагниченности в районе 600°C (рис. 2в). Отсутствие признаков гематита (мартита) при втором прогреве свидетельствует о незначительных концентрациях этого ферромагнетика.

Магнитные чистки температурой, как правило, ограничивались низкотемпературными воздействиями, потому что в большинстве образцов после нагревов свыше 275°C – 300°C происходило лабораторное подмагничивание, вследствие которого величина J_n возрастала в разы или на порядок (рис. 3, обр. 3291–14). Этот эффект может быть связан с превращением сидерита и магнитных сульфидов в магнетит или переходом лепидокрокита в маггемит при 275°C – 300°C . По результатам размагничивания переменным магнитным полем почти во всех образцах выделены характеристические компоненты (**ChRM**) хорошего качества с максимальным углом отклонения (MAD) $<15^\circ$. (рис. 3).

Для большей части разреза (слои 8–36) характерны **ChRM**, соответствующие прямой полярности. Они характеризуются высокой межпластовой кучностью (до 186) и средним направлением ($D=3.9^\circ$, $I=59.3^\circ$) статистически не отличимым от направления современного поля ($D=0^\circ$, $I=62.2^\circ$). Это обстоятельство указывает на полное или, по крайней мере, частичное перемагничивание пород. В основании разреза (слои 1 – низы слоя 7), за исключением первого снизу образца, фиксируются **ChRM**, свойственные обратной полярности (рис. 3, обр. 3291-02А), либо имеющие аномальные направления (рис. 3, обр. 3291-05А). Аномальные векторы намагниченности, скорее всего, являются векторной суммой первичной компоненты J_n , связанной с магнетитом, и вторичной компоненты химической природы, носители которой – продукты гипергенного окисления Fe_3O_4 и/или FeS_2 .

Таким образом, палеомагнитная колонка разреза образована двумя магнитозонами: нижней (RI) обратной полярности и верхней (NI) прямой полярности.

Приуроченность магнитозоны RI к сидеритизированным песчаникам (наличие или отсутствие FeCO_3 в образцах проконтролировано данными ДТМА) однозначно указывает на приобретение компоненты намагниченности, соответствующей обратной полярности, во время диагенеза осадков. Носителем этой компоненты, вероятно является магнетит, образующийся в ассоциации с сидеритом.

При условии частичного перемагничивания вышележащих отложений, охваченных магнитозонной NI , следует признать, что они формировались в эпоху прямой полярности, так как даже незначительный остаток компоненты, соответствующей

обратной полярности, привел бы к существенному отклонению суммарного вектора J_n от направления современного поля. Однако версия о полном перемагничивании пород также не может быть исключена.

Резюмируя итоги палеомагнитных исследований, можно предположить, что магнитозона $R1$ в разрезе с. Нижняя Ермоловка является аналогом зоны обратной полярности вблизи нижней границы верхней зоны тоарского яруса в разрезе Фуэнтельсаз в Испании [4]. Однако, до тех пор, пока не будет убедительно опровергнута гипотеза о полном перемагничивании пород, соответствующих зоне $N1$, использование полученных данных в стратиграфических целях преждевременно.

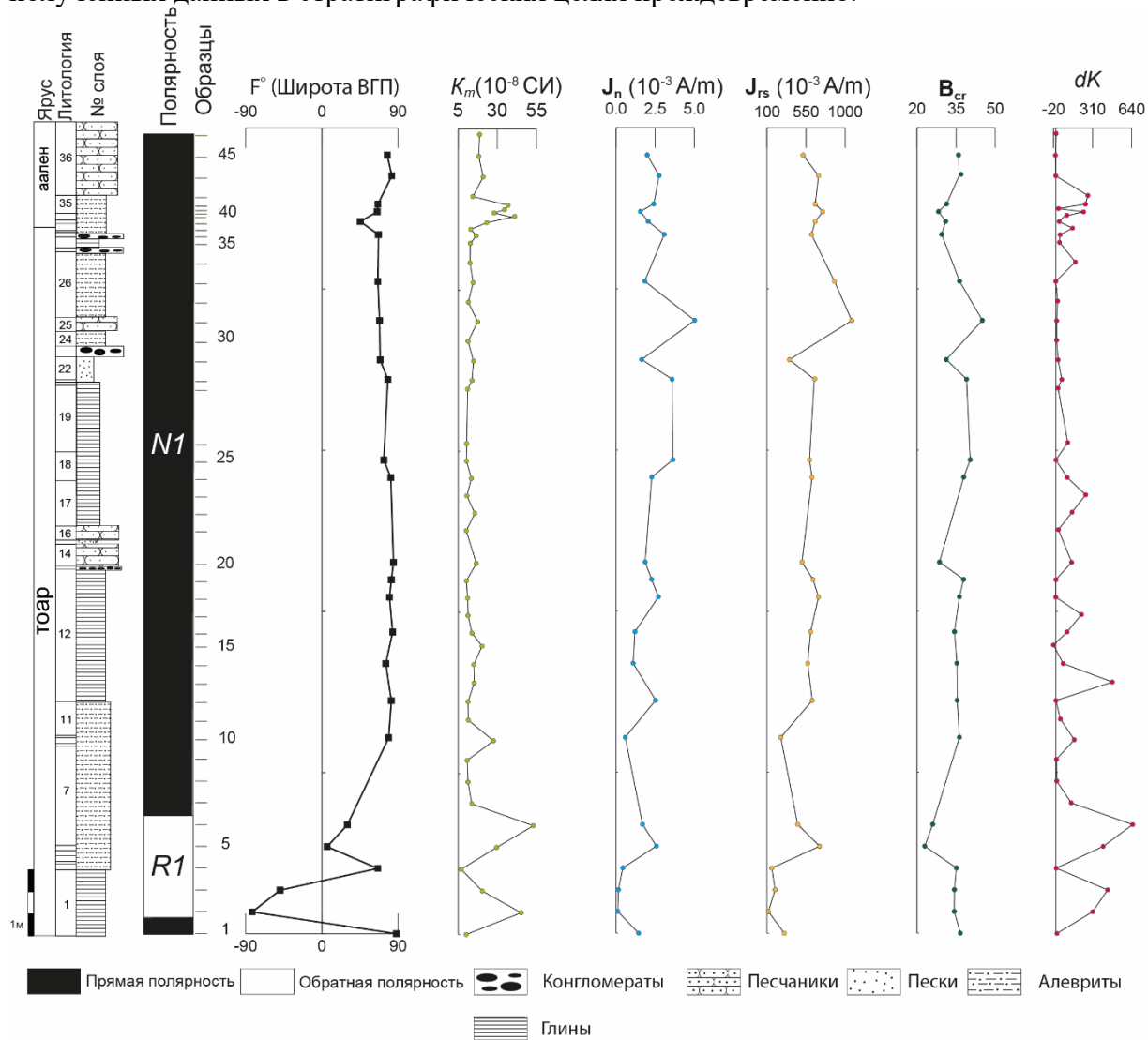


Рисунок 1 – Магнитостратиграфический разрез пограничного интервала тоара-аалена Нижняя Ермоловка.

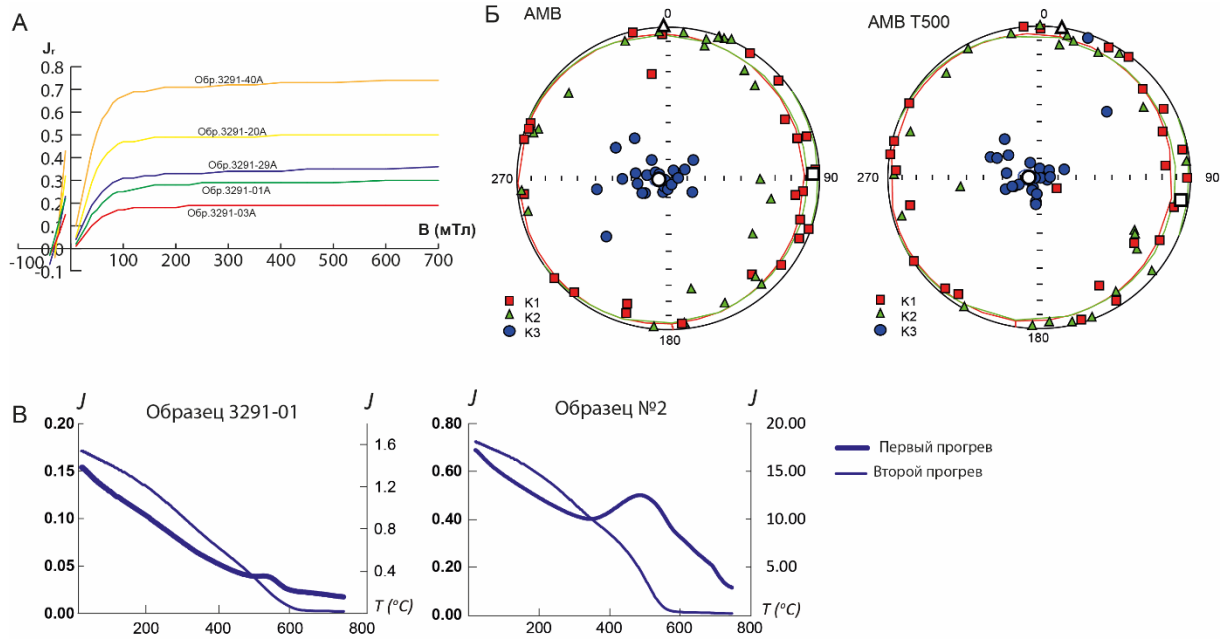


Рисунок 2 – Результаты магнито-минералогических анализов: а – стереографические проекции коротких и длинных осей эллипсоидов магнитной восприимчивости в географической системе координат до (слева) и после прогрева (справа); б – кривые магнитного насыщения и разрушения; в – кривые термомагнитного анализа.

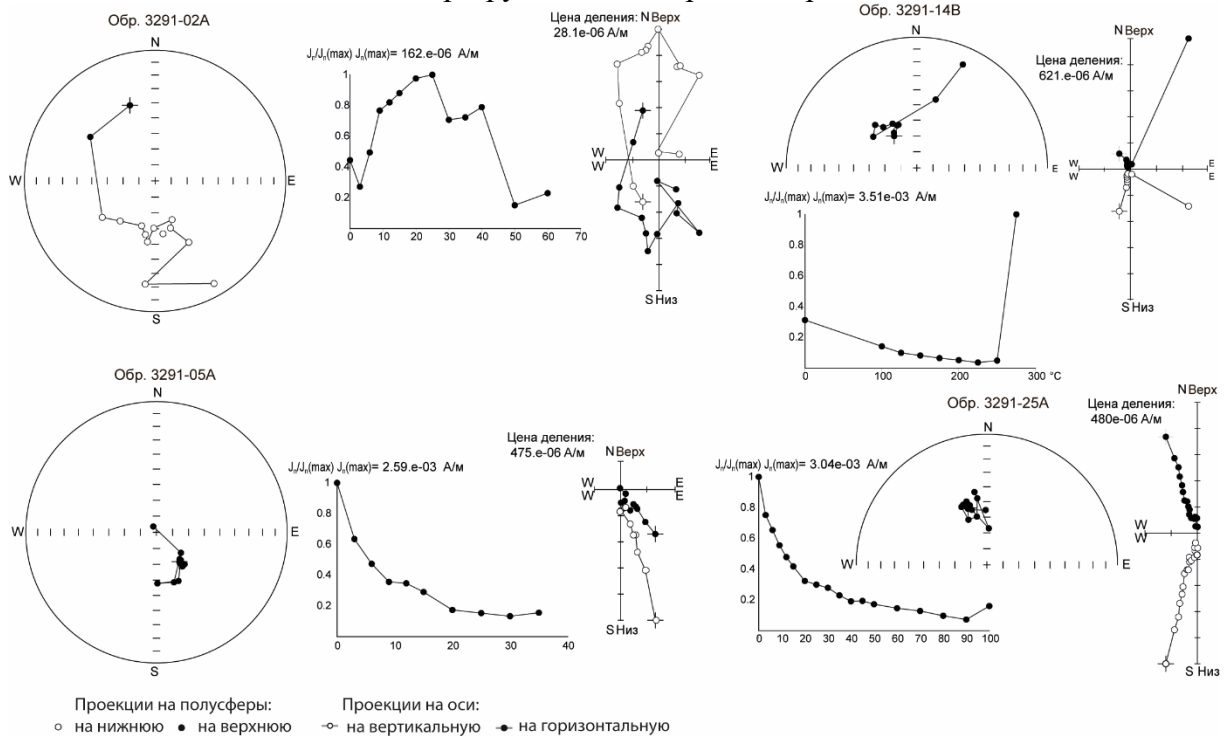


Рисунок 3 – Типичные результаты размагничивания образцов (стереопроекции, диаграммы Зийдervельда, графики размагничивания) в географической системе координат.

В случае соответствия магнитозон *R1* и *N1* режиму юрского поля перспективы использования полученных данных для глобального трассирования верхней зоны тоара при проведении бореально-тетической корреляции выглядят настолько привлекательными, что представляется необходимым продолжить палеомагнитные исследования пограничного интервала нижней – средней юры Северного Кавказа для того, чтобы попытаться доказать геофизическую природу выделенных магнитозон.

Список использованных источников

- 1 Асанидзе Б.З., Печерский Д. М. Результаты палеомагнитного изучения юрских пород Грузии и Северного Кавказа // Изв.АН СССР, сер. физика Земли, N10, 1979, с.77-92.
- 2 Ростовцев К. О. Нижне- и среднеюрские отложения Западного Кавказа. Автореферат дис. д-ра геол.-мин. наук, 1968, 37 с.
- 3 Палеомагнитные направления и палеомагнитные полюса. Материалы мирового центра данных Б. Данные по СССР, выпуски 1–5 // М., 1970–1982.
- 4 Osete, M.L., Gómez, J.J., Osete, C. *et al.* Early Middle Jurassic magnetostratigraphy from Iberian sections. *J Iber Geol* (2025). <https://doi.org/10.1007/s41513-025-00302-z>