

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра общей геологии и  
полезных ископаемых

**Магнитостратиграфическая характеристика туронских – сантонских  
отложений долины р. Бельбек, Юго – Западного Крыма**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 401 группы очной формы обучения  
геологического факультета направления 05.03.01 «Геология»,  
профиль «Разведочная геология и экологический мониторинг»  
Кравцова Никиты Владимировича

Научный руководитель:  
д. г.-м. н., профессор кафедры  
общей геологии  
и полезных ископаемых

А.Ю. Гужиков

Зав. кафедрой:  
д. г.-м. н., профессор кафедры  
общей геологии  
и полезных ископаемых

А.Ю. Гужиков

Саратов 2023

**Введение.** Актуальность работы: В настоящей работе приводятся результаты палеомагнитных и петромагнитных исследований двух разрезов турона–сантона Туронский лог и Новоульяновка, расположенных в долине реки Бельбек (Бахчисарайский район республики Крым). Эти данные являются частью работ по комплексному изучению опорных разрезов верхнего мела Горного Крыма, проводимых совместно геологами Саратовского и Московского университетов. Комплексование био-, хемо и магнитостратиграфических методов, наряду с детальным литолого-седиментологическим описанием и отбором проб на разные виды анализов по системе «образец-в-образец», обязательно с точки зрения требований современной стратиграфии, предъявляемым к изучению опорных разрезов.

Магнитостратиграфическое изучение разрезов Туронский лог и Новоульяновка носит опережающий характер по отношению к микропалеонтологическим и хемотратиграфическим исследованиям этих объектов. Предполагается, что сведения о магнитных свойствах пород позволят получить актуальную геологическую информацию, не дожидаясь данных других методов.

Важно, что верхнемеловые отложения Крыма обладают высоким потенциалом для получения по ним палеомагнитных. Перспективность стратиграфических исследований верхнего мела Крыма подтверждается уже опубликованными ранее результатами (Барабошкин и др., 2020; Гужиков и др., 2019; 2021a; 2021б; Ovechkina et al., 2021).

Цель работы: получение магнитостратиграфической информации по разрезам турона–сантона долины реки Бельбек – Туронский лог, Новоульяновка, решение на ее основе конкретных геологических проблем.

Для достижения поставленных целей необходимо было решить следующие задачи:

1. Знакомство с теоретическими основами магнетизма, приобретение навыков лабораторных палеомагнитных и петромагнитных исследований.

2. Знакомство с геологическим строением Горного Крыма, стратиграфией верхнего мела Юго–Западного Крыма и детальной стратиграфией турона–сантона долины р. Бельбек.

3. Проведение лабораторных палеомагнитных и петромагнитных исследований разрезов турона–сантона – Новоульяновка и Туронский лог.

4. Анализ и геологическая интерпретация полученных данных.

Фактический материал: за время полевых работ (2022) была собрана коллекция из 65 ориентированных штуфов из двух разрезов турона – коньяка Юго–Западного Крыма - Новоульяновка и Туронский лог (Бахчисарайский район). Суммарная мощность опробованных обнажений составила более 55 м. В общей сложности палео- и петромагнитным исследованиям подвергнуто более 168 кубиков.

Данная работа выполнялась в лаборатории петрофизики СГУ под руководством научного руководителя –профессора А. Ю. Гужикова в Саратовском государственном университете им. Н. Г. Чернышевского, геологический факультет», Саратов.

Палеомагнитные и петромагнитные исследования разрезов Новоульяновка и Туронский лог проводились в рамках проекта РНФ № 22-17-00091 «Опорные разрезы верхнего мела Европейской России: сопоставление с лимитотипами и поиск глобальных корреляционных уровней».

Выпускная квалификационная работа содержит в себе введение, заключение, список использованных источников, а также 4 раздела основного содержания работы:

- 1 Геологическое строение района исследований
- 2 Методика работ
- 3 Результаты работ
- 4 Результаты исследований

**Основное содержание работы.** Первый раздел «Геологическое строение района исследований» подразделяется на 4 подраздела.

В подразделе 1.1 описываются аспекты физико-географических условий территории проведения работ.

В подразделе 1.2 описывается тектоническое строение территории Крыма. В плане тектоники Крымский полуостров отличается очень сложным строением. Первые чаще всего отвечают надвигам, которые прослеживаются в плане на десятки километров по субширотному направлению. Вторые представляют собой линейные вытянутые складки в том же широтном направлении.

По детальным тектоническим исследованиям, толща флиша в долине Бельбека нарушена несколькими пологими надвигами преимущественно северо-западного наклона. С разрывами связаны интенсивные асимметричные, до лежащих, складки. Простираются надвигов, крыльев и осей складок по обоим берегам р. Бельбек и в самом русле – северо-восточное, что свидетельствует об отсутствии вдоль реки гипотетического «Бельбекского разлома». Мартовский шарьяжный меланж, длиной более 30 км и шириной 0,5–3 км, является крупнейшим разрывом в рассматриваемом районе.

Подраздел 1.3 посвящен стратиграфии Горного Крыма. В пределах рассматриваемой территории на современную денудационную поверхность выходят, кроме четвертичных отложений, отложения неогена, палеогена, мела, средней юры, таврической серии. Кристаллический фундамент Крымского полуострова не обнажается. По данным бурения, в основании Крыма залегает палеозойский и/или более древний евразийский фундамент, который может быть частью Скифской плиты, наиболее древние породы находятся в диапазоне глубин от 500 до 2000 м.

Подраздел 1.4 посвящен истории геологического развития Крымского полуострова. Крымско – Кавказско – Черноморский регион, имеет сложную мезозойско – кайнозойскую историю. Ранний - средний триас: формации в

складчатом комплексе отсутствуют, имеются олистолиты в более молодых образованиях и данные по истории Скифской платформы. Образование рифтового бассейна или пассивной окраины. Карний–норий: синкомпрессионное формирование флишевого комплекса, более мелководного терригенного комплекса с олистолитами, кислый вулканизм. Келловей - середина берриаса: формирование морского бассейна в рифтоподобном тропе вдоль бывшего орогенного пояса, заполнение бассейна морскими разнофациальными осадками, складчато - надвиговые деформации в берриасе. Поздний берриас – эоцен: относительно стабильная тектоника, формирование морского осадочного чехла. Оligоцен - четвертичное время: синкомпрессионное воздымание.

Второй раздел посвящен методике работ.

Первый подраздел 2.1 «Петромагнитные и магнито-минералогические исследования» посвящен описанию последовательности выполненных нами лабораторных измерений в ходе петромагнитных исследований.

Петромагнитные исследования направлены на изучение широкого спектра магнитных свойств горных пород и могут быть применены при решении ряда стратиграфических и палеогеографических задач, таких как расчленение, корреляция разрезов и выяснения условий формирования осадочных пород. Важным достоинством петромагнитного метода, использующим скалярные характеристики, является его оперативность и, как следствие, массовость.

Исследования петромагнитных параметров преследовали две цели: во-первых, получение новой и нетривиальной геологической информации, а во-вторых, оценка пригодности отобранных пород для дальнейших палеомагнитных исследований. Исследования включали массовые измерения магнитной восприимчивости ( $K$ ), термокаппаметрии ( $Kt$ ), естественной остаточной намагниченности ( $J_n$ ), остаточной намагниченности насыщения ( $J_{rs}$ ), остаточной коэрцитивной силы ( $H_{cr}$ ) и других параметров магнитного

насыщения, а также проведение по выборочным образцам термомагнитного анализа (ТМА).

Измерения магнитной восприимчивости, ее частотных зависимостей и АМВ проводились в лаборатории Петрофизики СГУ (г. Саратов) на мультислотном каппабридже – МФК1-FB. Для проведения термокаппаметрического анализа образцы нагревались в печи СНОЛ 6/11-В с программным регулированием температуры.

Метод изучения анизотропии магнитной восприимчивости (АМВ) заключается в последовательном измерении магнитной восприимчивости по 15, определенным образом выбранным. Данные АМВ образца традиционно представляются в виде трехосного эллипсоида, с максимальной (длинной) К1, промежуточной (средней) К2 и минимальной (короткой) К3 осями восприимчивости.

Различные типы магнитной анизотропии могут быть индикаторами гидродинамического режима среды осадконакопления, показателями интенсивности деформаций пород и других особенностей седиментогенеза и эпигенеза.

Во втором подразделе 2.2 «Методика палеомагнитных исследований» приведено описание последовательности работ в ходе палеомагнитных исследований.

Палеомагнитный метод сейчас является неотъемлемой частью стратиграфического исследования. Уровень геомагнитной инверсии, соответствующий изменению режима поля полярности, является важнейшим изохронным репером для глобальной и региональной корреляции.

Комплексная обработка био и магнито-статиграфических данных дает возможность наиболее детально сопоставить удаленные разрезы и контролировать диахронность границ как литологических, а также палеонтологических обоснований, выявлять перерывы в осадконакоплении и оценивать их длительность, уточнять возраст отложений.

Палеомагнитные исследования проводились по стандартной методике и заключались в проведении магнитных чисток переменным полем (h-чистки), с последующими замерами  $J_n$ .

Замеры  $J_n$  проводились на приборе: спин-магнитометре JR-6 (лаборатория Петрофизики СГУ, г. Саратов). Магнитные чистки проводились в диапазоне от 2-5 мТл до 30-60 мТл с шагом от 2 до 5 мТл.

Результатом исследований стало выделение наиболее стабильных характеристических компонент (**ChRM**) и выявление на их основе магнитополярных характеристик.

В подразделе 2.3 «Компонентный анализ» приведено описание последовательности работ в ходе проведения компонентного анализа.

Компонентный анализ палеомагнитных данных осуществлялся путём анализа и интерпретации диаграмм Зийдервельда, графиков размагничивания и стереографических проекций  $J_n$ , в программном обеспечении Remasoft 3.0.

В третьем разделе «Результаты работ» повествуется о полученных результатах, в ходе выполненных работ. Третий раздел состоит из двух подраздела.

Первый подраздел 3.1 повествует о полученных петромагнитной и магнито-минералогической, палеомагнитной характеристики разреза «Новоульяновка».

Манито – минералогическая характеристика исследуемых отложений разреза «Новоульяновка» говорят нам о присутствии магнито – мягкой фазы, представленная тонкодисперсным магнетитом, биогенного происхождения.

Породы слагающие разрез слабомагнитны. Несмотря на малые величины магнитной восприимчивости ( $K$ ) ( $0-0,5 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ) и естественной остаточной намагниченности ( $J_n$ ) ( $0,01-0,5 \cdot 10^{-3}$  А/м), разрез дифференцирован в петромагнитном отношении. Низы разреза выделяются максимальными  $J_n$ , в верхах наблюдаются повышенные величины  $K$ , средней части разреза свойственны минимальные  $K$  и  $J_n$ .

Данные по анизотропии магнитной восприимчивости, проинтерпретировать для геодинамики осадконакопления невозможно, так как распределение главных осей находится в хаотичном порядке. Это подвело нас на мысль о присутствии в породе носителя намагниченности, биогенного магнетита.

Палеомагнитные исследования включали в себя размагничивание образцов-дублей с одного уровня переменным магнитным полем и температурой.

Несмотря на малые величины  $J_n$ , удалось выделить характеристические компоненты хорошего качества (**ChRM**) с 30 из 38 уровней (максимальный угол отклонения  $<5-8^\circ$ ), Все **ChRM** соответствуют прямой полярности поля

Компоненты намагниченности в разрезе характеризуются хорошими показателями в групповой статистике: кучность направлений  $k=16,87$ , радиус доверия на 95%-ном уровне, значимости ( $\alpha_{95}$ ) =  $5,3^\circ$ , средний палеомагнитный вектор ( $D=358^\circ$ ,  $I=59,5^\circ$ ). Заключение палеомагнитных исследований было составление магнитополярной колонки.

Весь разрез находится в прямой полярности. Таким образом была выделена одна зона прямой полярности, соответствующая хроно 34n мощностью 33.3 м.

В подразделе 3.2 повествуется о полученных петромагнитной и магнито-минералогической, палеомагнитной характеристики разреза «Туронский лог».

По результатам магнито – минералогической характеристики было выявлено что в разрезе «Туронский лог» как и в отложениях разреза «Новоульяновка» здесь присутствует магнито – мягкая фаза, представленная тонкодисперсным магнетитом, биогенного происхождения.

Образцы разреза Туронский логобладают слабыми магнитными свойствами. Но не смотря на это, разрез хорошо дифференцируется по магнитная восприимчивость ( $K$ ) значения варьируются от  $(-0,139)$  до  $1,7 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ и подразделяются на три части (нижнюю – «слабо-», среднюю –

«умеренно-» и верхнюю «сильномагнитную»), а естественная остаточная намагниченность ( $J_n$ ) – от 0,029 до  $1,68 \cdot 10^{-3}$  А/м, четко подразделяется на две части по (нижнюю – «сильномагнитную» и верхнюю – «слабомагнитную»).

Данные по анизотропии магнитной восприимчивости, как уже писалось ранее, проинтерпретировать для геодинамики осадконакопления невозможно, так как мы прекрасно видим, что распределение главных осей находится в хаотичном порядке. Это подвело нас на мысль о присутствии в породе носителя намагниченности, биогенного магнетита.

Палеомагнитные исследования включали в себя размагничивание образцов-дублей с одного уровня переменным магнитным полем и температурой.

Несмотря на малые величины  $J_n$ , удалось выделить характеристические компоненты хорошего качества (**ChRM**) с 19 из 27 уровней (максимальный угол отклонения  $<3-10^\circ$ ), Все **ChRM** соответствуют прямой полярности поля.

Компоненты намагниченности в разрезе характеризуются хорошими показателями в групповой статистике: кучность направлений  $k=17,9$ , радиус доверия на 95%-ном уровне, значимости  $(b95) = 6,2$ , средний палеомагнитный вектор ( $D=15,4^\circ$ ,  $I=58,5^\circ$ ).

Итогом палеомагнитных исследований стало составление магнитополярной колонки, фиксирующей прямой полярности. В результате весь разрез имеет хрон прямой полярности, который согласуется с традиционными представлениями туронского – сантонского времени  $33n$  мощностью 21.6 м.

В последнем, четвертом разделе «Результаты исследований» описаны данные по результатам петромагнитных, магнито-минералогических и палеомагнитных исследований. Раздел будет состоять из двух подразделов.

В первом подразделе 4.1 приведены результаты исследований по палео – петромагнитных свойств разреза «Новоуяльновка».

По результатам исследований палео – петромагнитных свойств разреза Новоуяльновка, отложения обладают слабыми магнитными свойствами, однако нам не составило труда выявить, что разрез четко дифференцируется на три рубежа. Однако, данный разрез сложно сопоставить с другими разрезами, такие как – Аксу – Дереве, Кудрино – 2 и др.

По полученным данным магнитостратиграфии, палеомагнитным данным ничего нам не дают, все находится в сплошной прямой полярности и сопоставлять не с чем, однако, хочется предоставить результаты по достаточно интересной теме, речь пойдет о палеомагнитных вариациях.

Ранее по результатам детальных палеомагнитных исследований разрезов турона–сантона бассейнов рр. Бодрак, Кача и Бельбек было установлено, что интервалу от верхнего турона до верхнего сантона, исключая верхи яруса, свойственны вариации палеомагнитных направлений, намного превышающие стандартный разброс вековых вариаций.

Во втором подразделе 4.2 будут приведены результаты исследований по палео – петромагнитных свойств разреза «Туронский лог».

Результаты полученные по палео – петромагнитным характеристикам разреза Туронский лог имеют прекрасные данные, которые побудили нас на мысль о схожих свойствах разреза Туронский лог и разрезов Аксу – Дереве и Кудрино – 2. В итоге мы пришли к интересной картине, она заключалась в том, что разрез Туронский лог, имеет отличные свойства корреляции между соседними разрезами Аксу – Дереве и Кудрино – 2, в результате получены следующие выводы.

Петромагнитный облик верхней части разреза Туронский лог (выше уровня обр.15) сильно отличается от картины магнитных свойств в туронских – коньякских отложениях разреза Аксу-Дереве, расположенного в долине р. Качи. В то же время уровень резких изменений магнитных свойств (К и К /Jrs) в верхах разреза (уровень обр.24) очень похож на петромагнитный рубеж в

пограничном интервале сантона–кампана, прослеженный по долине Качи в двух разрезах – Аксу-Дере и Кудрино-2.

Идентичность петромагнитных характеристик позволяет, не дожидаясь результатов палеонтологических определений, обоснованно предположить, что верхи разреза Туронский лог представлены пограничными отложениями сантона и кампана, причем только верхами сантонского яруса.

В разрезах Аксу-Дере и Кудрино-2 изменения К и Jn на границе ярусов имеют более скачкообразный характер, чем в разрезе Туронский лог. Возможно, это указывает на меньшую полноту пограничного интервала сантона – кампана в долине р. Качи по сравнению с долиной р. Бельбек.

Уровень обр. 3216-15, выше которого резко снижаются величины Jn и Jrs, вероятно, соответствует перерыву между туронскими и верхнесантонскими отложениями.

Самый интересный результат, был получен по палеовековым вариациям. Как уже говорилось ранее в третьем разделе, разрез Туронский лог имеет отличную дифференциацию по магнитной восприимчивости, так и по естественной остаточной намагниченности, в результате, было принято решение разделить стереограммы траектории полюсов на 3 части (нижний, средний, верхний уровни соответственно).

Палеомагнитные материалы по Туронскому логу хорошо согласуются с данными о динамике палеовековых вариаций, полученными ранее по туронским–сантонским отложениям ЮЗ Крыма, что служит дополнительным подтверждением правомерности наших стратиграфических выводов.

**Заключение.** Настоящая выпускная квалификационная работа представляет собой результаты палео- и петромагнитных исследований разрезов Новоульяновка и Туронский лог Юго–Западного Крыма. Результаты анализов магнито-минералогических, палео- и петромагнитных данных позволили сделать следующие выводы:

1. По петромагнитным данным разрез Новоульяновка дополнительно расчленяется на 3 части по  $K$  и  $J_n$ . Выделенные петромагнитные интервалы, возможно могут быть использованы для детальной корреляции сантонских отложений Бельбекской долины, но это предположение нуждается в практической проверке путем изучения магнитных свойств других разрезов.

2. Верхи разреза Туронский лог идентифицированы как пограничный интервал сантона–кампана, благодаря наличию характерного возрастания магнитной восприимчивости ( $K$ ), зафиксированного ранее в одновозрастных отложениях опорного разреза Кудрино-2, расположенного в соседней долине р. Кача. Диамагнитные отложения в изученном разрезе следует отнести к верхнетуронскому подъярису, по аналогии с разрезом Аксу-Дере в Качинской долине. Отсутствие магнитозоны обратной полярности – аналога хрона 33г, по подошве которого определяется нижняя граница кампана, позволяет утверждать, что в изученном разрезе представлены только сантонские отложения. Уровень в средней части разреза Туронский лог, на котором происходят скачкообразные изменения петромагнитных характеристик, свидетельствует о наличии перерыва в осадконакоплении.

3. Полученные палеомагнитные данные по разрезам Новоульяновка и Туронский лог согласуются с ранее выдвинутой гипотезой об аномально большой амплитуде палеогеомагнитных вариаций на протяжении позднего турона – сантона. Амплитуда вариаций возрастает, начиная с позднего турона, достигает максимума в сантоне и уменьшается в конце сантонского века.

Таким образом, цель квалификационной выпускной работы, заключающаяся в получении магнитостратиграфических характеристик разрезов Новоульяновка и Туронский лог, и их использовании для решения конкретных стратиграфических и геологических задач полностью достигнута. Анализ палеомагнитной информации по изученным разрезам подтвердил правомерность выдвинутой ранее гипотезы о существовании режима

аномального состояния поля в позднем туроне–сантоне, превзойдя тем самым ожидаемые результаты квалификационной работы.