

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра общей геологии и полезных ископаемых

**Палеомагнитная и петромагнитная корреляция верхнемеловых
отложений Горного Крыма**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ
студента 4 курса 401 группы
направления 05.03.01. «Геология» профиль подготовки «Разведочная
геология и экологический мониторинг»
Наумова Егора Владимировича

Научный руководитель:

К. Г.- М. Н., доцент

А.Г. Маникин

Зав. кафедрой общей
геологии и полезных
ископаемых:

К. Г.- М. Н., доцент

В.Н. Ерёмин

Саратов 2019

Введение. В пределах второй гряды Крымских гор широко распространены карбонатные отложения верхнемелового возраста, стратиграфическое изучение и доизучение которых актуально для построения среднемасштабных геологических карт нового поколения (в рамках федеральной программы ГГК-200). Современная стратиграфия требует комплексного подхода к изучению опорных разрезов, с использованием, как палеонтологических, так и непалеонтологических методов, в том числе магнитостратиграфического. Магнитостратиграфические данные актуальны также с научной точки зрения, как незаменимый инструмент для бореально-тетических корреляций и прослеживания подошвы маастрихта в Крыму по аналогии с точкой глобального стратотипа яруса в ЮВ Франции (разрез Терсис).

В основу настоящей квалификационной работы положены результаты палеомагнитного и петромагнитного изучения опорного разреза кампанских–маастрихских отложений горы Беш-Кош, расположенной в окрестностях г. Бахчисарай.

При изучении разреза использовался комплексный подход, подразумевающий отбор образцов по системе «образец в образец» для палеомагнитных, петромагнитных и микропалеонтологических анализов.

Цели и задачи работы

Целью настоящей квалификационной работы было получение магнитостратиграфической характеристики опорного разреза кампан–маастрихта разреза Беш-Кош и геологическая интерпретация полученных данных.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить ряд задач таких как:

- полевое изучение разреза и отбор ориентированных образцов;

- предварительная подготовка коллекции для проведения лабораторных палео- и петромагнитных исследований;
- компонентный анализ, статистическая обработка полученных данных, построение магнитостратиграфического разреза;
- геологическая интерпретация полученных данных (сопоставление палеомагнитной колонки разреза с Шкалой геомагнитной полярности, с учетом палеонтологических данных, реконструкция условий осадконакопления на основе петромагнитных данных).

Фактический материал

В основу исследования легли фактические материалы, полученные автором и сотрудниками лаборатории Петрофизики СГУ в ходе полевых исследований 2016-2018 года. Для лабораторных исследований было опробовано 134 стратиграфических уровня при общей мощности разреза 168 метров. Анализ образцов проводился в учебно-научной лаборатории Петрофизики Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского.

Автор безмерно благодарен Алексею Геннадьевичу Маникину за терпение и всестороннюю помощь и поддержку на всех этапах написания данной работы, а так же выражает благодарность всем коллегам, участвовавшим вместе с ним в полевых, лабораторных исследованиях и анализе материалов: профессору кафедры общей геологии и полезных ископаемых СГУ, доктору геолого-минералогических наук А.Ю. Гужикову, профессору кафедры региональной геологии и истории Земли геологического факультета МГУ, доктору геолого-минералогических наук Е.Ю. Барабошкину, старшему научному сотруднику, кандидату геолого-минералогических наук Г.А. Александровой, сотрудникам СГУ В.А. Грищенко и А.М. Суринскому за многочисленные консультации и помощь в подготовке работы.

Бакалаврская работа состоит из содержания, введения, основной части, которая включает в себя шесть разделов, заключения и списка литературы, который содержит 34 наименования, а также в работу входят 10 рисунков. Общий объем работы составляет 45 страницы.

Основное содержание работы. В первой главе «Физико-Географический очерк» описываются аспекты физико-географических условий территории проведения работ.

Во второй главе «Геологическое строение» описано геологическое строение Крымского полуострова.

В Крыму широко распространены мезозойские и кайнозойские образования преимущественно морского, в меньшей степени - прибрежно-морского, лагунного и континентального генезиса. В пределах Главной гряды Крымских гор и узкой полосы Черноморского побережья предпочтительное развитие имеют флишевая триасово-юрская таврическая серия, карбонатные и терригенно-карбонатные породы верхней юры - нижнего мела. Во второй гряде гор интенсивно представлены морские глинисто-карбонатные отложения верхнего мела, которые перекрываются мощными толщами карбонатных пород палеогена. В предгорной гряде и далее к северу в Равнинном Крыму наблюдаются только неогеновые и четвертичные образования.

В третьей главе «Тектоника» описывается тектоническое строение полуострова.

Тектоническое устройство Крымского полуострова отличается очень сложным строением. Это относится не только к горному Крыму, но в такой же степени относится и к его равнинной территории. В минувшие годы благодаря бурению проведенному в значительном объеме в комплексе с геофизическими исследованиями в равнинном Крыму обнаружены многочисленные дизъюнктивные и пликативные дислокации. Первые в

большинстве случаев отвечают надвигам, прослеживающимся в плане на сотни километров в субширотном направлении. Вторые представлены линейно вытянутыми в таком же широтном направлении складками. Антиклинальные структуры в основном приурочены к фронтальным частям надвигов, сопровождая их на всем протяжении в виде единых приразломных валов. В морфологии складок можно наблюдать отчетливую асимметрию: прижатые к надвигам крылья складок имеют более крутые углы наклона, чем противоположные.

В главе четыре «История изучения и литолого-седиментологическая характеристика разреза» описываются история изучения и литологическая характеристика разреза горы Беш-Кош.

Не смотря на то, что история изучения геологии Крымского полуострова насчитывает почти 250 лет, ряд геологических задач до сих пор остается не решенными. В частности, к таким задачам относится подробное расчленение верхнемеловых отложений.

Во время позднемеловой эпохи Крымский полуостров был покрыт мелководным морским бассейном, принадлежащим северной окраине Тетиса. Ввиду чего имел сходство таксономического состава морской фауны с фауной северной Европы.

Разрезы Бахчисарайского района, являются классическим для изучения верхнего мела в Крыму. Первые стратиграфические исследования этого района датируются серединой 19 века.

Наиболее полное геологическое описание кампан-маастрихтской части, включая микропалеонтологическую характеристику, было опубликовано в работе А.С. Алексеева и Л.Ф. Копаевич. Описание разреза в данной работе производилось согласно литостратиграфической схеме верхнемеловых слоев Юго-Западного Крыма, предложенной А.С. Алексеевым и содержит только 5 верхних пачек.

Первый раздел пятой главы «Методика лабораторных исследований» посвящен описанию последовательности выполненных нами лабораторных измерений в ходе петромагнитных исследований.

Петромагнитные исследования и 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. Стоит отметить, что петромагнитные подразделения по латеральной устойчивости не уступают, а иногда и превосходят возможности корреляции по литологическим признакам. 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 проводились в лаборатории Петрофизики СГУ (г. Саратов) на мультимастотном каппабридже – MFK1-FB. Для проведения термокаппаметрического анализа образцы нагревались в печи СНОЛ 6/11-В с программным регулированием температуры.

Замеры естественной остаточной намагниченности проводились на двух приборах в лаборатории Петрофизики СГУ (г. Саратов) на спин-магнитометре JR-6, а также в палеомагнитной лаборатории ИФЗ РАН (г.

Москва) на криогенном магнитометре (SQUID) (2G Enterprises). Причем, в виду слабомагнитности исследуемых пород, при анализе палеомагнитных данных, предпочтение отдавалось результатам полученным на криогенном магнитометре.

Во втором разделе пятой главы «Методика лабораторных исследований» приведено описание последовательности работ в ходе палеомагнитных исследований.

Палеомагнитный метод в настоящее время - неотъемлемая часть стратиграфических исследований. Уровни геомагнитных инверсий, соответствующие сменам режима полярности поля, являются важнейшими изохронными реперами, как для глобальных, так и региональных корреляций. Комплексное использование био- и магнитостратиграфических данных позволяет достичь наиболее детального сопоставления удаленных разрезов, контролировать диахронность границ как литологического, так и палеонтологического обоснования, 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 .

Для контроля качества получаемых результатов, замеры J_n проводились в различных лабораториях и на разных приборах: на спин-магнитометре JR-6 (лаборатория Петрофизики СГУ, г. Саратов), криогенном магнитометре 2G Enterprises (палеомагнитная лаборатория Института Физики Земли (ИФЗ РАН), г. Москва). 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 третьем разделе пятой главы «Методика лабораторных исследований» приведено описание последовательности работ в ходе 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 большинстве случаев в образцах выделялось две компоненты: низкокоэрцитивная и высококоэрцитивная.

В шестой главе «Результаты исследований» описаны данные по результатам петромагнитных и магнито-минералогических исследований, палеомагнитных исследований, палинологических исследований.

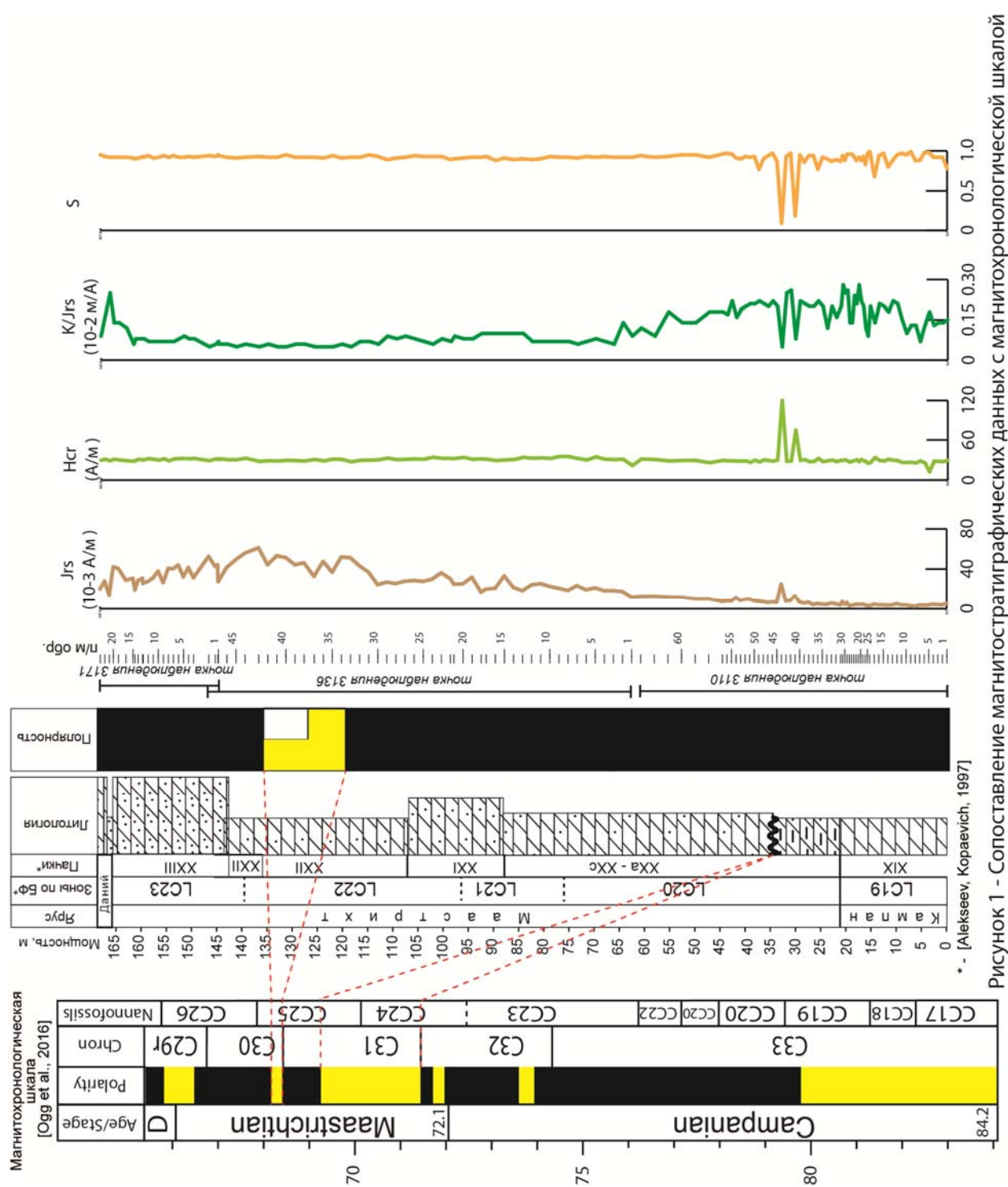
Магнитостратиграфические данные базируются на изучении 134 ориентированных штуфов из разреза, мощностью ~168 м. Наряду с палеомагнитными образцами, по системе «образец в образец» производился отбор проб на микрофаунистические и палинологические исследования. Для лабораторной обработки все палеомагнитные штуфы были распилены на образцы кубической формы объёмом 8 см³. Магнитостратиграфические исследования проводились по стандартной методике, заключающейся в измерении магнитной восприимчивости (K) и других петромагнитных параметров, проведении магнитных чисток с целью выделения древней компоненты естественной остаточной намагниченности (J_n).

Несмотря на слабую естественную магнитность ($K < 5.83 \cdot 10^{-5}$ ед.СИ, $J_n < 0.52 \cdot 10^{-3}$ А/м) разрез хорошо дифференцирован по магнитным свойствам. Многие петромагнитные кривые обнаруживают выразительные тренды к возрастанию или убыванию по разрезу, выделяется ряд интервалов с аномально высокими значениями тех или иных параметров.

В большинстве образцов выделена характеристическая компонента намагниченности (**ChRM**), проекции которой группируются в СВ секторе нижней полусферы. Эти направления характерны для нормальной (N)

полярности геомагнитного поля. **ChRM**, соответствующий обратной (R) полярности выделить не удалось, но на 9 последовательных уровнях в верхней части разреза зафиксированы смещения проекций J_n в ходе магнитных чисток на верхнюю полусферу. Смещения, преимущественно, происходят по дугам больших кругов, что свидетельствует о наличии в образцах двух противоположно направленных компонент. Можно предположить, что этот интервал формировался в эпоху обратной полярности, а первичная R-компонента не сохранилась в чистом виде.

Таким образом, палеомагнитная колонка разреза характеризуется преимущественной нормальной полярностью, с единственной зоной обратной полярности, мощностью 16.4 м. Биостратиграфический контроль позволяет идентифицировать эту R-зону, как аналог хрона C30r, потому что зона LC23 по БФ, соответствует пограничному интервалу зон CC25–CC26 по нанопланктону, к которому в Шкале геологического времени приурочен этот хрон. Мощность R-зоны и длительность C30r хорошо согласуются с представления о скорости формирования маастрихтских отложений (~ 10 см за тысячу лет), полученных ранее по соседним разрезам Чахмахлы и Такма. Раннемаастрихтскому хрону C31r в разрезе, скорее всего, соответствует перерыв в осадконакоплении, установленный по палинологическим данным, минимальную продолжительность которого можно оценить по длительности хрона C31r (~ 2.2 млн. лет) (рисунок 1).



Заключение. Настоящая выпускная квалификационная работа представляет собой результаты палое- и петромагнитных исследований разреза Беш-Кош Юго-Западного Крыма. Результаты анализа магнито-минералогических и петромагнитных данных, позволили сделать заключение о хорошей дифференциации разреза Беш-Кош. Полученные приросты магнитной восприимчивости после нагрева (dK) позволили выявить интервалы разреза, обогащенные пиритом и сделать предположение о наличии сероводородного заражения в придонных слоях палеобассейна. Показатель K/J_{rs} является индикатором среднего размера ферромагнитных зерен, убывание которого может быть связано с обогащением осадка тонкодисперсными ферромагнитными частицами космогенной природы, наличие которых было доказано микрозондовыми анализами соседних, одновозрастных разрезов. Тренды к возрастанию графиков K и J_n в свою очередь отражают увеличение терригенного материала вверх по разрезу, а резкие приросты значений J_{rs} , H_{cr} , K/J_{rs} и параметра S , вероятно отражают наличие длительного перерыва в осадконакоплении.

Главным результатом проведенных палеомагнитных исследований стало составление палеомагнитной колонки разреза и ее сопоставление со Шкалой геомагнитной полярности.

В палеомагнитной колонке на фоне преобладающей нормальной полярности выделена единственная зона обратной полярности мощностью 16.4 м.

Согласно международной магнитостратиграфической шкале, самым продолжительный маастрихтским хроном обратной полярности является хрон C31r, то наиболее вероятным является сопоставление выделенной R-зоны именно с ним. Однако, результаты биостратиграфического контроля, согласно которым выделенный интервал обратной полярности располагается в зонах LC22-LC23, что соответствует пограничному интервалу зон CC25–CC26 по нанопланктону в общей магнитостратиграфической шкале,

противоречат данному выводу. Таким образом единственная зона обратной полярности соотносится с магнитным хроном C30r, длительность которого хорошо согласуется с выводами о скорости осадконакопления маастрихтской толщи (~10 см в тыс.лет) рассчитанной по соседним разрезам.

Исходя из такой корреляции магнитный хрон C31r полностью попадает в выявленный перерыв осадконакопления, который был установлен благодаря петромагнитным данным, и подтверждён палинологическими исследованиями. Таким образом минимальное время данного перерыва можно оценивать не менее чем в 2.2 млн лет.

Таким образом, цель квалификационной выпускной работы, заключающаяся в получении магнитостратиграфической характеристики разреза Беш-Кош и результатов стратиграфической и геологической интерпретации палео- и петромагнитных данных, достигнута.