

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

Кафедра общей геологии и полезных ископаемых

**«Петромагнетизм разреза турона–сантона горы Чуку
(Юго-Западный Крым): уточнение сводного разреза»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 401 группы
направление 05.03.01 геология
профиль «Разведочная геология и экологический мониторинг»
геологического ф-та
Агибалова Дмитрия Александровича

Научный руководитель

профессор, д.г.- м. н.

подпись.

Я.А. Рихтер

Зав. кафедрой

к.г.-м.н.,

Старший научный сотрудник

подпись, дата

В.Н. Ерёмин

Саратов 2021

Введение: В Юго-Западном Крыму широко распространены верхнемеловые и, в частности, туронские–сантонские отложения. Их изучение актуально с точки зрения геологосъемочных работ, которые ведутся на Крымском полуострове в настоящее время в связи с подготовкой государственных геологических карт нового поколения.

Один из наиболее полных разрезов турона–сантона – гора Чуку (Полнос) располагается на водоразделе между реками Бельбек и Кача, вблизи с. Высокое Бахчисарайского района. В 1970-1980 гг. этот разрез, наряду с другими разрезами турона–сантона Бельбекской долины изучался Владимиром Григорьевичем Кликушиным [1]. В 2019 г. геологами Саратовского и Московского университетов, в рамках проекта РФФИ № 18-05-00784-а, проведены комплексные полевые исследования разреза турона–сантона горы Чуку. К сожалению, за прошедшие полвека, после изучения разреза В.Г. Кликушиным, ситуация с обнаженностью кардинально изменилась. Доступными для изучения остались только низы и верхи разреза, а для опробования большей части разреза в 2019 г. пришлось искать новые обнажения на горе Чуку. Такие обнажения были найдены и изучены, но при построении сводного разреза возник ряд проблем, потому что результаты полевых исследований разреза Чуку в 2019 году обнаружили существенные расхождения с материалами В.Г. Кликушина [1]. Минимальная суммарная мощность туронских–сантонских отложений, по новым данным, в разы превышала мощность, указанную для этого интервала автором первоописания разреза. Учитывая весьма сложное геологическое строение района исследований, находящегося в зоне сочленения Скифской плиты и Горного Крыма, нельзя исключить, что при опробовании произошло неоднократное дублирование одних и тех же интервалов разреза, за счет разрывных нарушений или иных факторов. Построение сводного разреза осложнялось тем, что разрез турона–сантона горы Чуку очень однороден, в нем практически отсутствуют литологические реперы.

Целью моей бакалаврской работы стало построение сводного разреза турона–сантона горы Чуку по результатам полевых исследований 2019 года и лабораторных исследований каменного материала.

В мое распоряжение была предоставлена представительная коллекция образцов со 150 уровней из этого разреза для лабораторного петромагнитного изучения, которая послужила **объектом настоящего исследования**. Предполагалось, что сведения о широком спектре петромагнитных характеристик будут способствовать индивидуализации разных интервалов разреза и, в конечном итоге, достижению цели квалификационного исследования. Для составления сводного разреза, кроме петромагнетизма турона–сантона горы Чуку, планировалось привлечение других данных – полевых (геологические описания разрезов, замеры элементов залеганий пластов), палеомагнитных и микрофаунистических (бентосные фораминиферы).

Для достижения цели необходимо было решить ряд следующих **задач**:

- провести цикл лабораторных исследований магнитных свойств пород и получить детальную петромагнитную характеристику каждого обнажения;
- провести статистическую обработку петромагнитных данных;
- провести комплексный анализ полевых материалов и собственных петромагнитных данных, наряду с палеомагнитными и микрофаунистическими данными, полученными другими исследователями, а также опубликованных сведений о геологическом строении и стратиграфии района горы Чуку.

Данная работа выполнялась под руководством научного руководителя – профессора Я.А. Рихтера в Саратовском государственном университете им. Н.Г. Чернышевского, геологический факультет», Саратов.

Петромагнитные исследования разреза Чуку проводились в рамках проектов РФФИ № 18-05-00784 «Магнитостратиграфия, как ключевой фактор глобальной стратиграфической корреляции (сантон–маастрихт Горного Крыма)» (проект РФФИ, № 18-05-00784) и РНФ № 20-77-00028 «Проверка гипотезы о существовании эпох обратной полярности в туронском, коньякском

и сантонском веках (поздний мел)» (проект РНФ № 20-77-00028), выполняемых в лаборатории Петрофизики СГУ.

Основное содержание работы. Выпускная квалификационная работа состоит из трех глав.

В первой главе работы посвящен краткой физико-географической и геологической характеристике Крыма и, в первую очередь, ЮЗ Крыма. Более подробно в разделе рассмотрены особенности геологического строения турона – сантона в междуречье Кача-Бельбек, где расположен исследуемый разрез и приведено детальное геологическое описание разреза, выполненное В.Г. Кликушиным [2].

Первый раздел первой главы работы посвящен тектонической характеристике района. Тектоническое строение структур Бельбекского района с юго-востока на северо-запад. На юго-востоке между передробленными породами Соколинского и Мартовского меланжей расположена полоса выходов флиша таврической формации. На геологических картах флиш противоречиво относился к разновозрастным литостратиграфическим подразделениям в диапазоне от позднего триаса до средней юры, в соответствии с рисунком рисунок 3. С точки зрения тектонического районирования Бахчисарайский район находится на сочленение Скифской молодой платформы с Крымским орогеном [3].

Второй раздел первой главы посвящен стратиграфической характеристике турона-сантона района. Стратиграфическая характеристика дана по В.Г. Кликушину. Разрез туронских, коньякских и сантонских отложений в долине р. Бельбека — один из самых значительных по мощности и один из наиболее полных в Горном Крыму. Стратиграфическая схема районирования представлена и описана ниже в соответствии с рассматриваемым ярусом [4].

Туронский ярус расчленен на два подъяруса: нижний и верхний. Нижний турон подразделен на две части: нижнюю — слои с *Basiliola flexa* и верхнюю — слои с *Inoceramus labiatus*. Верхний турон в связи с однородностью его

фаунистических комплексов остался нерасчлененным в объеме слоев с *Inoceramus lamarcki*.

Коньякский ярус

В большинстве разрезов района наблюдается только нижний подъярус коньякского яруса. Лишь на юго-востоке района выше нижнеконьякских пород выделяется пачка известняков, относимая нами к верхнему подъярису, к слоям с *Austinocrinus albaticus*.

Сантонский ярус составляют три фаунистических слоя: в основании — слои с *Inoceramus cardisoides*, в кровле — слои с *Uintacrinus* и *Marsupites*. Средняя часть толщи, не содержащая определяющей возраст фауны, названа слоями с *Liostrea* и условно отнесена к верхнему сантону.

Во второй главе «Методика работ» описана методика лабораторных исследований.

Первый раздел второй главы «Петромагнитные исследования» посвящен кратким характеристикам основным данным петромагнитологии.

Петромагнитные изучения ориентированы на исследование широкого диапазона магнитных свойств горных пород и могут быть использованы 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, временами иногда превосходят возможности корреляции по литологическим признакам [5]. Важным достоинством петромагнитного метода, использующим скалярные характеристики, считается его оперативность и, как следствие, массовость.

Петромагнитная информация сконцентрирована в магнитных минералах и определяется их составом, структурой и текстурой, которые, в свою очередь, обоснованы процессами седиментогенеза.

Петромагнитные исследования сопровождались стандартным комплексом лабораторных работ. Исследования включали массовые измерения магнитной

восприимчивости (K)- физическая величина, характеризующая способность вещества намагничиваться. Естественная остаточная намагниченность (J_n)- Величина J_n зависит от концентрации магнитных минералов в породе, но, кроме того, от степени упорядоченности магнитных моментов минеральных частиц.

Важными параметрами, позволяющими диагностировать вид магнитного минерала являются остаточная намагниченность насыщения (J_{rs}), это максимально возможная величина остаточной намагниченности, созданная в поле магнитного насыщения и остаточная коэрцитивная сила (H_{cr}) напряженность постоянного магнитного поля, направленного противоположно остаточной намагниченности насыщения образца.

Определяются эти параметры путем снятия кривых магнитного насыщения.

Магнитное насыщение большинства образцов из разреза Чуку (Полюс) пришлось вынужденно прекратить после 250 мТл, потому что значения J_{rs} начинали случайным образом уменьшаться или увеличиваться в пределах, выходящих за измерительные погрешности. В основном эти кривые магнитомягкие, очень редко они магнитожесткие.

Пока нет удовлетворительного объяснения обнаруженному эффекту, возможно, он связан с диамагнетизмом пород.

Еще один важный расчетный показатель, связанный с параметром магнитного насыщения - это отношение (магнитной восприимчивости к остаточной намагниченности насыщения) K/J_{rs} , которое прямо пропорционально среднему размеру ферромагнитных зерен.

Втором разделе второй главы «Статистическая обработка петромагнитных данных».

Для обработки данных использовались следующие процедуры, приемы и методы:

1. Корреляционный анализ, включая построение корреляционных матриц по 3 параметрам (K ; J_n ; J_{rs}), рассчитывались как по разрезу в целом, так и по

отдельным интервалам, которые выделялись по различным признакам (литологическим и др.).

2. Нормальное распределение в формуле (1), также называемое распределением Гаусса или Гаусса — Лапласа — распределение вероятностей, которое в одномерном случае задаётся функцией плотности вероятности, совпадающей с функцией Гаусса:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, (1)$$

где параметр μ — математическое ожидание (среднее значение), σ медиана и мода распределения, а параметр σ^2 — среднеквадратическое отклонение (дисперсия) распределения.

Стандартным нормальным распределением называется нормальное распределение с математическим ожиданием $\mu = 0$ и стандартным отклонением $\sigma = 1$

Таким образом, одномерное нормальное распределение является двухпараметрическим семейством распределений.

Для проверки гипотезы о нормальном распределении можно использовать статистические показатели, которые называются асимметрия (А)

$N_A = \frac{A}{\sqrt{6/n}}$ и Эксцесс (Е) $N_E = \frac{E}{\sqrt{24/n}}$. Если показатель < 3 , то распределение нормальное.

В третьем разделе второй главы «Лабораторное оборудование» приведены оборудования на которых были проведены замеры.

Замеры магнитной восприимчивости и АМВ проводились на измерителе магнитной восприимчивости каппабридже МФК1-FB, остаточной намагниченности – на спин-магнитометре JR-6. Для магнитного насыщения был задействован определения регулируемый электромагнит с максимальной интенсивностью поля 700 мТл, для термомагнитных исследований – каппабридж МФК1-FA. dK , $J_{rs(t)}$ и $B_{cr(t)}$ измерялись после нагрева образцов в печи СНОЛ-6/11-В. Анализ зависимостей $K(T)$ и данных АМВ проводился с помощью программ

Cureval 8.0.2 и Anisoft 4.2, соответственно, компонентный анализ палеомагнитных данных выполнялся в программе Remasoft 3.0.

В третьей главе «Результаты работы» освещены результаты исследований. В первом разделе третьей главы «Петромагнитная характеристика» проведена характеристика петромагнитных данных.

Для каждого обнажения по всем выше сказанным параметрам строились разрезы.

Обнажения 3176 являются началом разреза, является туроном, это литологический репер, присутствуют терригенные примеси.

Данные обнажения еще были вынесенные на карту Владимиром Григорьевичем Кликушиным.

Образцы обнажения 3177 были взяты сверхушки склона горы. Обнажение 3177 по ряду петромагнитных параметров отчетливо подразделяется на три петромагнитных комплекса. (ПК1-подразделяется на три петромагнитных интервала (ПИ 1.1., ПИ 1.2., ПИ 1.3.).

И так, обнажение 3177 имеет мощную диамагнитную пачку, чем доказывает ее отличие от других обнажений.

Обнажение 3181 находится гипсометрически ниже, по геоморфологии можно предположить, что в данном разрезе присутствует оползень.

Если проанализировать петромагнитные разрезы, можно сказать, что обнажения 3175 и 3181 схожи друг с другом, остальные петромагнитные разрезы отличаются.

Для уточнения мы провели статистический анализ, посчитали статистические характеристики (минимум-максимум, среднее значение, дисперсию).

Опираясь на данные распределения, точки наблюдения 3175 и 3181 похожи, с точки зрения распределения параметров, они оба характеризуются нормальным распределением.

Точка наблюдения 3176, не соответствует нормальному распределению, данное обнажения является наиболее древним по отношению к другим точкам.

Раз большинство обнажений соответствуют нормальному распределению, кроме 3176 точки, это говорит о чрезвычайно однородных условиях осадконакопления сантонских обнажений.

В втором разделе третьей главы «Палеомагнетизм» приведено краткое сопоставление палеомагнитных данных.

Изначально не планировалось использовать палеомагнитные данные для построения сводного разреза, поскольку все отложения характеризуются только нормальной полярностью. Однако оказалось, что обнажения 3175 и 3181 характеризуются высокими межпластовыми кучностями и соответствуют фишеровскому распределению.

В обнажении 3177 палеомагнитные направления имеют аномально большой разброс, чем отличаются от предыдущих двух обнажений. Выяснение природы этого разброса выходит за рамки моей квалификационной работы и является предметом отдельных исследований. Но явная разница в концентрации палеомагнитных векторов может быть использована для установления разновозрастности отложений. Поэтому, на основе палеомагнитных данных можно утверждать, что породы в обнажениях 3175, 3181 имеют разный возраст по отношению к обнажению 3177.

В третьем разделе третьей главы «Бентосные фораминиферы» были получены предварительные данные о составах микрофаунистических комплексов.

Бентосные фораминиферы в разрезе Чуку (Полюс) изучались Ильей Павловичем Рябовым (СГУ).

Илья Павлович Рябов считает, что в обнажении 3177 с уровня образца 40 отмечается появление фораминифер характерных для верхнего сантона. Он предполагает, что обнажение 3177, частично, перекрывается с обнажениями

3175 и 3181. Следовательно, он считает, что обнажения 3175, 3181, 3177 являются одновозрастными, т.е. верхним сантоном.

Но петро и палеомагнитные данные говорят о другом, что обнажение 3177 более древний сантон.

В обнажениях 3175 и 3181 Рябов допускает, что одно наращивает другое и более молодой возраст в т.н. 3181.

В точке наблюдения 3176 встречены бентосные фораминиферы, допускающие туронский возраст пород, что согласуется с датировкой этих отложений по данным Кликушина.

В четвертом разделе третьей главы «Геологическое строение разреза турона–сантона г. Чуку (Полюс)» были подведены итоги работ.

Для сопоставления разрезов использовался кумулятивный график. Была проведена корреляция петромагнитных параметров.

Петромагнитные вариации по точкам наблюдений 3175 и 3181 похожи и позволяют более детально сопоставить разрезы по кумулятивным графикам. Точки наблюдения графиков 3175 и 3181 мощностью от 173 до 178 метров фиксируется выразительная вариация максимума, так же фиксируется выразительный минимум на шкале мощности 180-183 м. Мы не можем отрицать, что обнажения 3175 и 3181 наращивают друг друга.

Так же мы не можем исключать, что обнажение 3177 на фиксируемой мощности 137-145 метров дублируется на сводном разрезе, с отрезком мощности 33-50 метров, такое дублирование происходит за счет складок подводного оползания.

Заключение. Главным результатом проделанной работы стало выяснение возрастных взаимоотношений между обнажениями туронских–сантонских отложений (т.н. 3175, 3176, 3177 и 3181), изученных на горе Чуку в 2019 году. По результатам комплексного анализа полевых наблюдений установлено, что во трех обнажениях – т.н. 3175, 3177 и 3181 представлены сантонские отложения. Анализ определений бентосных фораминифер свидетельствуют об их одновозрастности, но петромагнитные данные, наряду с палеомагнитными, однозначно, указывают на

более древний возраст слоев в обнажении 3177. Все имеющиеся данные допускают как одновозрастность пород в обнажениях 3177 и 3181, так и более молодой возраст в т.н. 3181.

Значительное увеличение мощности сантонских отложений, слагающих верхнюю часть горы Чуку, по сравнению с их возрастными аналогами у подножия горы обусловлено, скорее всего, наличием складок подводного оползания, за счет которых при опробовании разреза были сдублированы одновозрастные слои.

Проверка петромагнитных параметров по отдельным интервалам сводного разреза показывает, что их распределение, за исключением подошвы разреза (турон) соответствует нормальному закону. Это свидетельствует об очень однородных условиях осадконакопления во время формирования сантонских осадков.

Список использованных источников.

1 Кликушин, В.Г. Туронские, коньякские и сантонские отложения долины р. Бельбека в Крыму / В.Г. Кликушин// Палеофаунистическая характеристика верхнемеловых отложений Юго-Западного Крыма / Записки Ленингр. Горн. ин-та. Т. LXXV, 1981. С. 107-124.

2 Юдин, В.В. Тектоника Бельбекского района в Крыму / В.В. Юдин. – М.: Эксмо, Изд-во: Ариал, 2017. – 124 с.

3 Алексеев, А.С. Меловая система. Верхний отдел // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя / А.С. Алексеев // Ред. О.А. Мазарович – М.: Феникс, 2018. С. 123-146.

4 Алексеев, А.С. Геологическая история Бахчисарайского района Крыма (учебное пособие по Крымской практике) / А.С. Алексеев, Е.Ю. Барабошкин, С.Н. Болотов, Р.Р. Габдуллин, Ю.О. Гаврилов, Л.Ф. Копаевич, М.Ю. Никитин, А.М. Никишин, Д.И. Панов, П.А. Фокин – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 60 с.

5 Молостовский, Э.А. Магнитостратиграфия и ее значение в геологии / Э. А. Молостовский, А. Н. Храмов. – М.: Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1997. - 179 с.