

Министерство высшего образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

Кафедра исторической геологии  
и палеонтологии

**ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ И ПЕТРОМАГНЕТИЗМ АПТСКИХ  
ОТЛОЖЕНИЙ ГОРОДА – КУРОРТА КИСЛОВОДСКА  
АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 2 курса 262 группа  
направление 05.04.01 - геология  
геологического факультета  
Самарина Сергея Викторовича

Научный руководитель

д. г.- м. н., профессор



А. Ю. Гужиков

подпись, дата

14.06.18.

Зав. кафедрой

д. г.- м. н., профессор



Е. М. Перушов

подпись, дата

14.06.18.

Саратов 2018 год

**ВВЕДЕНИЕ.** Известными достопримечательностями Северного Кавказа являются курорты Кавказских Минеральных вод. Среди них, благодаря уникальному сочетанию природных лечебных ресурсов – целебных минеральных вод, мягкого умеренного климата с большим количеством солнечных дней и живописного горного ландшафта, особо выделяется Кисловодский курорт, в состав которого входит Кисловодский национальный парк [1, 2, 3]. Характерной особенностью парка является геологический разрез нижнего мела, преимущественно аптских отложений, представленных в разной степени сцементированными песчаниками и реже глинами. Среди многочисленных геологических достопримечательностей Кисловодска (гора «Кольцо», «Лермонтовские скалы», «Синие камни» и другие) выделяются останцы средне-крупнозернистых песчаников красного, ярко - красного и малинового, цвета. Наиболее известным объектом этого типа являются так называемые «Красные камни» Кисловодского парка барремского возраста [4]. Однако подобные образования встречаются и среди аптских песчаников, например, в верховьях р. Ольховка.

Красный цвет песчаникам придают окислы и гидроокислы железа, природа которых до сих пор, однозначно, не выяснена. Барремские «Красные камни» Кисловодского парка содержат железистые оолиты [5], указывающие на образование окислов железа в осадке, но при этом нельзя исключить и вторичного прокрашивания пород по действием флюидов.

В распоряжении автора оказалась частично сохранившаяся коллекция аптского яруса р. Ольховка, отобранные сотрудниками лаборатории Палеомагнетизма НИИ Геологии СГУ в 1990 г. В коллекции, в том числе, сохранились восемь ориентированных штучков, взятых на разных стратиграфических уровнях, из красноцветных песчаников апта.

Палеомагнитное изучение этой коллекции было предпринято автором с целью оценки возраста вторичной переработки пород путем сравнения координат палеомагнитного полюса с имеющимися полюсами по мелу – кайнозой Северного Кавказа и стандартными полюсами для стабильной

Европы.

Работа выполнена на 50 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, заключения, содержит 21 рисунок, список литературных источников содержит 22 наименования.

**В главе «Геологическое строение особо охраняемой природной территории г. Кисловодск»** приведены краткие сведения о геологическом строении, тектоническом районировании и геологической истории района Кавказских Минеральных Вод и Северного Кавказа в целом. Особое место уделено стратиграфии аптских отложений района Кисловодска, являющихся объектом исследований в данной работе.

Нижнемеловые отложения, широко распространенные на Северном Кавказе, богатые окаменелостями и легкодоступные для изучения, изучаются геологами с конца 18 века. В 1897 г. появилась обширная работа Н. И. Каракаша в которой достаточно подробно описаны меловые отложения Северного Кавказа, в том числе и Кисловодского района. Особое значение для стратиграфии апт - альбских отложений Северного Кавказа имели работы В. В. Друщица. Совместная работа В. В. Друщица и И. А. Михайловой имеет фундаментальное значение для биостратиграфии в целом [7].

Аптские отложения представлены песчаниками и в меньшей степени глинами, развитыми в нижних частях яруса [10]. Наличие в них разнообразной фауны позволяет подразделить апт Кисловодска на три подъяруса и ряд аммонитовых зон, уверенно прослеживающихся на всей территории. Непосредственным объектом изучения в данной работе являются нижнеаптские песчаники на р. Ольховка, называемые «Красными камнями» из-за своей красно - малиновой окраски. Магнитостратиграфические исследования в районе Кисловодска проводились в середине 1980-х годов сотрудниками лаборатории Палеомагнетизма НИИ Геологии СГУ под руководством В. Н. Еремина.

В геодинамическом отношении Большой Кавказ принадлежит фронтал -

ьной, вовлеченной в орогенное поднятие, части Скифской эпигерцинской плиты. Начиная с юрского периода и, вплоть до эоцена территория Северного Кавказа была частью северной окраины океана Тетис. Интенсивность тектонических дислокаций достигла своего максимума в плиоцене. К этому же периоду приурочен активный вулканизм

**В** главе «**Методика исследований**» даны определения ряда петромагнитных и палеомагнитных параметров, изложена методика лабораторных исследований, принципы компонентного анализа и геологической интерпретации палеомагнитных данных.

Палеомагнитные и петромагнитные лабораторные исследования включали измерения магнитной восприимчивости ( $K$ ) и ее анизотропии, естественной остаточной намагниченности ( $J_n$ ), опыты магнитного насыщения, магнитные чистки переменным полем и температурой. Измерения  $K$  проводились на измерителе магнитной восприимчивости (каппабридже) MFK1- FB, намагниченности – на спин - магнитометре JR - 6.

Палеомагнитным исследованиям подверглась коллекция ориентированных штуфов из разреза апта р. Ольховка в районе г. Кисловодска. Коллекция, отобранная в 1990 году, изначально состояла из образцов, взятых с 128 уровней. К настоящему времени уцелели образцы только с 95 уровней, которые и были подвергнуты лабораторной обработке. Сероцветные песчаники оказались нестабильными в палеомагнитном отношении. В них, в большинстве случаев, невозможно выделить характеристические компоненты. Зато красноцветные песчаники обнаружили высокую палеомагнитную стабильность и хорошее качество данных. Поэтому было принято решение сосредоточить палеомагнитные исследования на красноцветных песчаниках. Для этого из восьми красноцветных штуфов было выпилено максимально возможное количество образцов для измерений: в итоге получилось 34 ориентированных кубика, по которым в дальнейшем проводились петро - и палеомагнитные измерения.

По полученным значениям склонения ( $D$ ) и наклонения ( $I$ ) были рассчи -

таны палеополюса, которые были сопоставлены с полюсами для стабильной Европы, лакколитами Пятигорска, и барремским красноцветным песчаником.

**В главе «Результаты петро - и палеомагнитных исследований»** приведены данные лабораторной обработки образцов из красноцветных аптских песчаников.

Результаты магнитного насыщения красноцветных песчаников р. Ольховка позволили выделить в них магнитожесткую фазу. Это говорит о присутствии сильно дегидратированных гидроокислов железа или/и гематита.

Результаты анизотропии магнитной восприимчивости, полученные по 33 палеомагнитным кубикам из нижнеаптских красноцветных песчаников на р. Ольховка, обнаружили хаотичное распределение осей магнитных эллипсоидов на стереограмме (рис. 1). Подобная картина обусловлена неравномерным распределением ферромагнитных минералов в отложениях, которое выглядит совершенно естественным, учитывая, что гидроокислы железа или/и гематита являются продуктом взаимодействия геотермальных вод с вмещающими породами. Таким образом, в магнитной текстуре отражена неправильная конфигурация трещин и пор, по которым мигрировали флюиды.

Параметры, ответственные за концентрацию магнитожестких минералов неуклонно возрастают вверх по разрезу, указывая тем самым на уменьшение концентраций магнитожестких минералов, что согласуется с моделью образования гидроокислов железа и/или гематита под влиянием геотермальных растворов, которые также мигрировали снизу - вверх по разрезу.

В вышележащих сероцветных песчаниках наблюдаются сходные значения магнитной восприимчивости (от  $8.89 \cdot 10^{-5}$  ед СИ до  $14.8 \cdot 10^{-5}$  ед СИ), но значения естественной остаточной намагниченности при этом на порядок ниже (от 1.15 до  $3.37 \cdot 10^{-3}$  А/м). Это объясняется тем, что магнитная восприимчивость вторичная гидроокислов железа и гематита очень мала, но при -

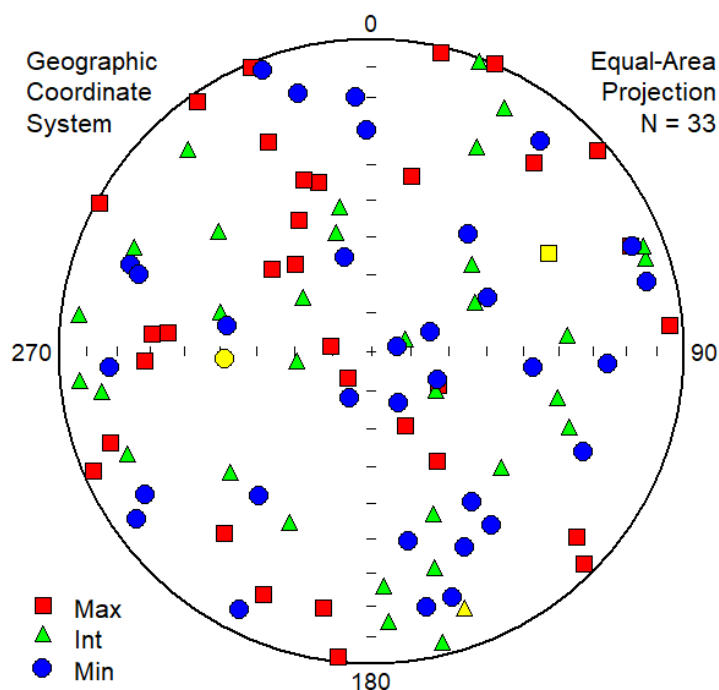


Рисунок 1 – Стереографическое распределение осей эллипсоидов анизотропии магнитной восприимчивости.

рода их намагниченности химическая, в отличие от ориентационной природы  $J_n$  в сероцветных песчаниках. При химической природе намагниченности степень упорядоченности магнитных моментов частиц гораздо выше, чем при ориентационном генезисе  $J_n$ , свойственному обломочным магнетитовым зернам в сероцветных песчаниках.

Главные выводы, следующие из анализа полученных петромагнитных данных, сводятся к следующему:

1) основными носителями намагниченности в красноцветных песчаниках являются магнитожесткие минералы - гидроокислы железа и/или гематит, в то время как в сероцветных отложениях - магнитомягкие минералы - магнетит или титаномагнетиты;

2) природа намагниченности эпигенетических гидроокислов железа и/или гематита, которую они приобрели во время своего образования, - химическая, а генезис магнетита и/или титаномагнетитов, вероятно, обломочный, и природа, связанной с ними намагниченности ориентационная (посториентационная);

3) хаотичная магнитная текстура отражает неправильную простран-

ственную конфигурацию трещинно-порового пространства в песчаниках.

В процессе палеомагнитных измерений было выявлено, что исследуемые образцы оказались стабильными в палеомагнитном отношении. Температур до 550°C, и воздействия переменных полей до 100 мТл оказалось достаточным для того, чтобы разрушить намагниченность, примерно, наполовину от ее величины, а на диаграммах Зийдervельда четко обозначились прямолинейные отрезки, направленные к центру координат, соответствующие характеристической компоненте намагниченности.

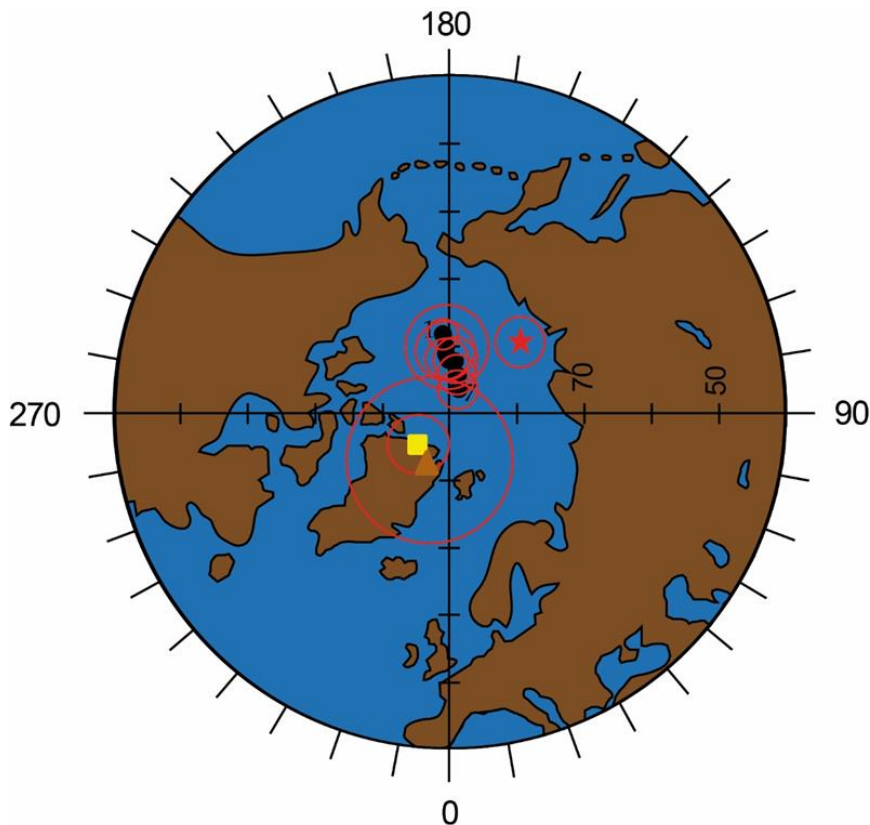
Характеристические компоненты намагниченности (**ChRM**) характеризуются высокой палеомагнитной кучностью, равной 95, и малым кругом доверия, радиусом 3.0°. Направление среднего палеомагнитного вектора совокупности имеет склонение (**D**) 18.4° и наклонение (**I**) 63°.

Полученное среднее палеомагнитное направление использовалось нами для расчета виртуального палеомагнитного полюса.

**В четвертой главе «Геологическая интерпретация полученных результатов»** полюс, полученный по результатам палеомагнитных измерений красноцветных нижнеаптских песчаников р. Ольховка был сопоставлен с полюсами для стабильной Европы [12], имеющие возраст от 120 миллионов лет и моложе. В результате сопоставления полюсов выяснилось, что каждый из них статистически значимо отличается от полюса, полученного по разрезу р. Ольховка (рис. 2).

Для более обширного представления о полюсных определениях района Кавказских Минеральных Вод и Северного Кавказа в целом, были использованы сводки палеомагнитных полюсов [13]. В итоге валидные данные по полюсам удалось найти только у Е. К. Станкевич и Л. Е. Шолпо (1971).

Их материалы можно оценить, как надежные, потому что определения палеополюсов базируются на осреднении представительного количества палеомагнитных данных по пяти разным геологическим объектам, причем в каждом из лакколитов исследовались разные (краевые и центральные) части



$$\lambda=354.5^{\circ}$$

$$\varphi=82.4^{\circ}$$

$$\varphi_m=48.7^{\circ}$$

$$A_{95}=7.1^{\circ}$$

Условные обозначения:



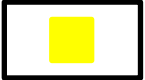

1. 
2. 
3. 
4. 

Рисунок 2 – Сопоставление полюса по барремским красноцветным песчаникам. (1 - палеомагнитный полюс по красноцветным нижнеаптским песчаникам на р. Ольховка и круг доверия ( $\alpha_{95}$ ), 2 - полюса для стабильной Европы от 120 до 0 млн лет, 3 - полюс, рассчитанный по лакколлитам г. Пятигорска, 4 - полюс рассчитанный по барремским красноцветным песчаникам).

интрузивов. Пятигорские магматические тела сильномагнитны, поэтому для их качественных измерений вполне хватало возможностей, имеющихся на тот момент в распоряжении исследователей аппаратуры.

Тектоническая активность на территории Северного Кавказа достигала максимума в плиоцене. Плиоцен – это время активного вулканизма, время формирования знаменитых лакколлитов района Кавминвод. В связи с эти логично было бы увязать интенсивную переработку аптским пород



геотермальными водами в районе Кисловодска именно в плиоценовую эпоху. Перед началом работ, мы ожидали, что, скорее всего, наши расчеты подтвердят плиоценовый возраст вторичных преобразований аптских песчаников, но местоположение палеомагнитного полюса. Ольховка значимо отличается от координат полюса по плиоценовым лакколлитам (рис. 2).

Можно было бы допустить, что пятигорские лакколлиты фиксируют кратковременную вариацию плиоценового геомагнитного поля, если бы не данные по барремским песчаникам Кисловодского парка. Образцов из этих песчаников, к сожалению, не сохранились, но сохранились ведомости палеомагнитных измерений (сделанных в конце 1980-х годов), что позволило рассчитать палеомагнитный полюс, совпавший с плиоценовым полюсом по пятигорским лакколлитам (рис. 2). Несмотря на большой круг доверия ( $A_{95}=7.1^\circ$ ) из-за малого количества палеомагнитных определений, вряд ли, можно считать совпадение случайным. Такое совпадение свидетельствует о том, что окислы и гидроокислы железа, обусловивших красный цвет барремских песчаников Кисловодского парка (памятника природы «Красные камни») также возникли на стадии эпигенеза, а не диагенеза (или, по крайней, мере, наряду с диагнетическими минералами имеются и эпигенетические).

В итоге, мы остановились на двух наиболее вероятных вариантах интерпретации полученных данных.

1. Намагниченность красноцветных нижнеаптских пород на р. Ольховка фиксирует аномальное направление геомагнитного поля вследствие высокой скорости вторичного преобразования пород.

2. Отличия координат полюса, определенного по красноцветным нижнеаптским песчаникам на р. Ольховка, как от всех палеополюсов для стабильной Европы с возрастом от 130 млн. лет до современности, так и от плиоценового полюса по пятигорским лакколлитам (и совпадающим с ним полюса по «красным камням» Кисловодского парка), связано с тектоническими подвижками в районе Кавказских Минеральных Вод на коллизионном

этапе формирования Кавказа.

Мы считаем версию о тектонических подвижках, как причине несовпадения координат палеополюсов становится приоритетной. Если она верна, то район Пятигорска (и Кисловодского парка) развернулся относительно стабильной Европы на  $14.6^\circ$ , а район р. Ольховки на  $13.4^\circ$  по часовой стрелке.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Подводя общий итог проделанной работы, следует отметить, что главная задача, заключающаяся в получении новой информации по геологическим объектам, находящимся на особо охраняемой природной территории Кисловодского национального парка, выполнена.

Полученные палеомагнитные данные по красноцветным нижнеаптским песчаникам р. Ольховка позволили сделать следующие выводы.

1) Палеомагнитные полюса по нижнеаптским песчаникам на р. Ольховка значительно отличаются, как от полюсов для стабильной Европы с возрастом от 120 млн. лет до современности, так и от полюса по плиоценовым пятигорским лакколлитам. Возможно, это отличие связано с относительными тектоническими подвижками блоков земной коры в районе Кавказских Минеральных Вод.

2) Буро - малиновая окраска барремских песчаников, вероятно, является вторичной, приобретенной в плиоцене, в результате окисления пород в зонах повышенной трещиноватости геотермальными водами, связанными с активными вулканическими процессами. В пользу этого свидетельствует совпадение палеомагнитных полюсов по «Красным камням» Кисловодского парка и пятигорским лакколлитам.

3) Можно предположить, что и песчаники на р. Ольховка приобрели красноцветную окраску не раньше плиоцена, но после этого произошли тектонические подвижки, обусловившую разницу в положениях полюсов между р. Ольховка, с одной стороны, и районом Кисловодского парка, Пятигорском, с другой.

Для получения надежных количественных оценок тектонических

перемещений на южной окраине Скифской плиты необходимо дополнительное изучение многих разрезов.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Национальный парк Кисловодский [Электронный ресурс]: URL: <http://kispark.ru/> (дата обращения: 08. 04. 2018). Загл. с экрана. Яз. рус.
2. Казанкин. А. П. Ландшафтные особенности кисловодского лечебного курортного парка/ А. П. Казанкин // Сибирский лесной журнал. 2015. № 6. С. 86–95.
3. Википедия [Электронный ресурс] свободная энциклопедия / текст доступен по лицензии Creative Commons Attribution - ShareAlike; Wikimedia Foundation, Inc, некоммерческой организации. Электрон. дан. (712413 статей, 2479181 страниц, 117 104 загруженных файлов). Wikipedia®, 2001 - 2016. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki> Последнее изменение этой страницы: 20:57, 16 февраля 2018.
4. Отдых на Ставрополье [Электронный ресурс]: Туристский информационный центр Ставропольского края. URL: <http://www.stavtourism.ru/prirodnye-parki-i-zapovedniki/kislovodskiy-lechebnyy-kurortnyy-park/> (дата обращения: 06. 04. 2018). Загл. с экрана. Яз. рус.
5. Барабошкин Е. Ю. 1991. Новые данные по стратиграфии нижнемеловых отложений минераловодского сегмента Северного Кавказа. Бюл. МОИП, отд. геол., т.66, вып. 2, 133 с.
6. Геологическая библиотека GeoKniga [Электронный ресурс]: URL: <http://www.geokniga.org/maps/9553> (дата обращения: 10. 05. 2018). Загл. с экрана. Яз. рус.
7. Каракаш Н. И. Описание северного участка. Через Главный Кавказский хребет. Геологические исследования предполагаемого железнодорожного пути чрез Архотский перевал между Владикавказом и Тифлисом. Издательство «Управления казенных железных дорог». Санкт-Петербург. 1896. с 33.

8. Молостовский Э. А., Еремин В. Н., Гужиков А. Ю. и др. Отчет по теме: Палеомагнитная стратиграфия мезозойских и кайнозойских отложений южных и юго-восточных районов европейской части СССР. Часть I. Саратов. Фонды НИИ Геологии СГУ, 1989. 336 с.
9. Ерёмин В. Н., Гужиков А. Ю. (1991) Магнитостратиграфия аптских отложений Северо-Восточного Предкавказья. - Деп. ВИНТИ. № 155-В91. 16 с.
10. Энсон К. В. История развития и условия формирования апт-альбских отложений Центральной части Северного Кавказа и Предкавказья: дис. канд. г-м наук/ Кристина Вячеславовна Энсон: науч. рук. Е.Ю. Барабошкин; МГУ им. Ломоносова, Москва, 2009, 201 с.
11. Справочник для соседей по специальности [Электронный ресурс]: URL: <http://www.dereksiz.org/spravochnik-dlya-sosedej-po-specialenosti.html?page=6> (дата обращения: 08. 05. 2018). Загл. с экрана. Яз. рус.
12. Besse, J, Courtillot. V. Apparent and true polar wander and the geometry of the geomagnetic field over the last 200 Myr/ J. Besse, V. Courtillot// JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 107, NO. B11, 2300, doi: 10.1029/2000JB000050, 2002. 31 с.
13. Храмов. А. Н. Палеомагнитные направления и палеомагнитные полюса. Справочные данные по СССР. Издательство Ленинград, 1971, 124 с.