

УДК 550.384

А.А. Корнейко¹, Р.В. Веселовский²

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПАЛЕОМАГНЕТИЗМЕ СРЕДНЕЮРСКОГО МАГМАТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДОЛИНЫ Р. БОДРАК (ГОРНЫЙ КРЫМ)

В статье приводятся результаты палеомагнитных исследований субвулканических тел и вулканогенно-осадочных пород среднеюрского возраста, обнажения которых находятся в долине р. Бодрак в пределах второй гряды Крымских гор. Данные детальной магнитной чистки показали пригодность большинства опробованных объектов для палеомагнитных исследований. Естественная остаточная намагниченность исследованных образцов обычно является суммой двух компонент, наиболее стабильная из которых имеет биполярное распределение, что указывает на ее первичность. Сходство палеомагнитных направлений субвулканических тел и близковозрастных им вулканогенно-осадочных пород, залегающих с углами падения около 60°, позволяет сделать важный вывод о нарушенном залегании магматических тел. Полученные результаты можно использовать для дальнейших детальных палеомагнитных исследований среднеюрских магматических комплексов Горного Крыма с целью построения палеотектонических реконструкций и решения локальных геологических и структурных задач.

Ключевые слова: палеомагнетизм, средняя юра, Горный Крым, Бодракский субвулканический комплекс.

We present the new paleomagnetic data from subvolcanic and volcanoclastic rocks of the Middle Jurassic age, located in the Bodrak River valley of the Crimean Mountains. Detailed paleomagnetic analysis shows the high quality of the magnetic record in the major part of sampled objects. Usually, the natural remanent magnetization is a sum of two components, the most stable of which is bipolar, that is an important evidence for the primary nature of this component. Similarity of paleomagnetic directions of subvolcanic bodies and coeval volcanoclastic rocks of the Bodrak Formation, those lie with pretty steep angle about 60°, allows us to suppose that studied magmatic bodies were dislocated after their emplacement. Obtained results can be considered as the base for following detailed paleomagnetic studies of the Middle Jurassic magmatic complexes of the Crimean Peninsula.

Key words: paleomagnetism, Middle Jurassic, the Crimean Mountains, Bodrak subvolcanic complex.

Введение. История палеомагнитных исследований магматических и осадочных комплексов Горного Крыма насчитывает уже более сорока лет, однако обзор доступных литературных источников показывает, что использование палеомагнитных данных с целью построения палеотектонических реконструкций и решения локальных структурных задач затруднено. В случае с объектами среднеюрского возраста это связано с низкой надежностью опубликованных данных, что может быть объяснено в том числе отсутствием четко разработанной схемы проведения палеомагнитных исследований в пределах такого сложного геологического объекта, как Крымский полуостров. Наиболее масштабные и представительные палеомагнитные исследования в основном юрских магматических и осадочных комплексов Горного Крыма выполнены в 1986–1991 гг. Д.М. Печерским с соавторами [Печерский и др., 1991, 1993]. Однако объекты, изученные в упомянутых работах, расположены преимущественно вдоль Южного берега Крымского п-ова и не охватывают его внутренних районов.

В то же время в пределах второй гряды Крымских гор широко развиты проявления многофазного интрузивного магматизма — дайки, силлы и штокообразные тела магматических пород среднего и основного состава, внедренные в толщу триасово-юрских осадочных пород [Спиридонов, 1990а]. Палеомагнитные исследования этих объектов носили фрагментарный характер [Юдин, 2007; Meijers, 2010], хотя надежные палеомагнитные данные о них имеют большое значение для разработки новых и тестирования существующих моделей тектонической эволюции Крымского п-ова, а также для решения ряда задач структурной геологии. Полученные недавно ⁴⁰Ar/³⁹Ar- [Meijers, 2010] и U–Pb- [Морозова и др., 2012] изотопными методами датировки магматических тел в долине р. Бодрак свидетельствуют об их близком среднеюрском (байосском) возрасте, что делает их первостепенными объектами для палеомагнитных исследований на современном методическом уровне, ожидается, что результаты можно будет использовать для получения надежного среднеюрского палеомагнитного полюса Крыма.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, магистрант; *e-mail:* worldofnastasiya@mail.ru

² Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН, науч. с., канд. геол.-минерал. н.; *e-mail:* roman.veselovskiy@ya.ru

Здесь представлены результаты рекогносцировочных палеомагнитных исследований среднеюрских осадочных и магматических пород, обнаженных в пределах второй гряды Крымских гор (Качинское поднятие). Основной целью нашей работы была оценка перспективности изученных объектов для проведения детальных палеомагнитных исследований.

Район работ и объекты исследований. Исследованные объекты расположены в пределах Качинского поднятия в юго-западной части Горного Крыма, охватывающего бассейн верхнего течения рек Бельбек, Кача, Бодрак, Альма и левых притоков р. Салгир [Геологическое строение..., 1989]. Нами изучены

субвулканические тела и вулканогенно-осадочные породы среднеюрского (байосского) возраста [Лебединский, Шалимов, 1967], которые обнажены в среднем течении р. Бодрак, в окрестностях сел Трудюлюбовка и Прохладное. Большая часть изученных объектов расположена в пределах полигона, на котором ежегодно проводятся учебные геологические практики для студентов геологических факультетов МГУ, СПбГУ, МГГА и др. Положение исследованных нами объектов показано на рис. 1 и представлено в таблице.

Среднеюрские вулканогенно-осадочные породы относятся к бодракской свите карадагской серии, время накопления которой отвечает байосскому веку

Палеомагнитные направления и палеомагнитный полюс

Номер точки наблюдения	Объекты (номера образцов)	slat	slong	Палеомагнитные направления (географическая/стратиграфическая система координат)				
				n/N (S)	D°	I°	K	α95
1	Силл Короновского (1–16)	44°46,858'	33°59,238'	16/15	213,8	–70,8	101	3,8
					168,3	–20,3		
2	Шток (старая каменоломня, овраг Шара) (17–28)	44°46,447'	33°58,720'	12/10	35,8	59,4	23	10,3
					358,7	14,5		
3	Дайка в 500 м на север от остановки Трудюлюбовка (41–52)	44°47,472'	34°00,020'	12/10	48,3	69,9	36	8,2
					351,6	24,2		
4	Школьный карьер (i1–i8)	44°49,735'	34°04,528'	8/7	358,6	69,9	20	14
					339,7	12,0		
5	Первомайский карьер* (p21–p32)	44°46,777'	34°01,651'	12/11	111,6	68,8	30	8,5
					348,6	45,4		
6	Школьный карьер* (v1–v8)	44°49,735'	34°04,528'	8/5	300,2	51,1	46	11,4
					311,8	–4,7		
7	Дайка, левый борт долины р. Бодрак (107–116)	44°45,192'	34°01,217'	10/4	359,4	50,5	47	13,6
					348,3	–5,4		
8	Туфопесчаники («байосский цирк») (86–98)	44°47,122'	33°59,270'	13/10	4,6	57,1	58	6,4
					348,0	1,9		
9	Силл Лебединского (117–126)	44°45,191'	34°03,053'	9/6	21,2	64,4	20	15,5
					350,2	12,5		
10	Первомайский карьер (p1–p20)	44°46,767'	34°01,718'	20/20	36,7	76,4	39	15,0
					343,7	23,9		
11	Интрузивное тело (северная окраина с. Соколиное) (21–33)	44°33,425'	33°57,067'	13/9	40,3	65,6	15	13,8
					354,4	19,6		
12	Шток (заброшенный карьер в левом борту Мендерского оврага) (29–40)	44°46,745'	33°59,529'	12/0	—	—	—	—
13	Дайка «на розовом поле»	44°46,652'	33°59,736'	12/0	—	—	—	—
14	Интрузивное тело в с. Трудюлюбовка	44°47,062'	33°59,802'	8/0	—	—	—	—
	Среднее	44°46'	34°00'	(9)	21,7	66,0	51	7,3
					349,2	13,8		
	Палеомагнитный полюс географическая СК		plat, град. 74,7 51,1	plong, град. 102,8 231,2	dp/dm, град. 10/12 4/8	paleolat, град. 48 7		

Примечания: slat, slong — широта и долгота места отбора образцов; n — число обработанных образцов, N — число результативных образцов, S — число сайтов; D, I — склонение и наклонение палеомагнитного направления соответственно; K, α95 — кучность и радиус круга 95%-го доверия (параметры статистики Фишера); plat, plong — широта и долгота палеомагнитного полюса соответственно; dp/dm — величины полуосей овала 95%-го доверия; paleolat — палеоширота района работ. Среднее палеомагнитное направление рассчитано для всех изученных тел, кроме отмеченных звездочкой.

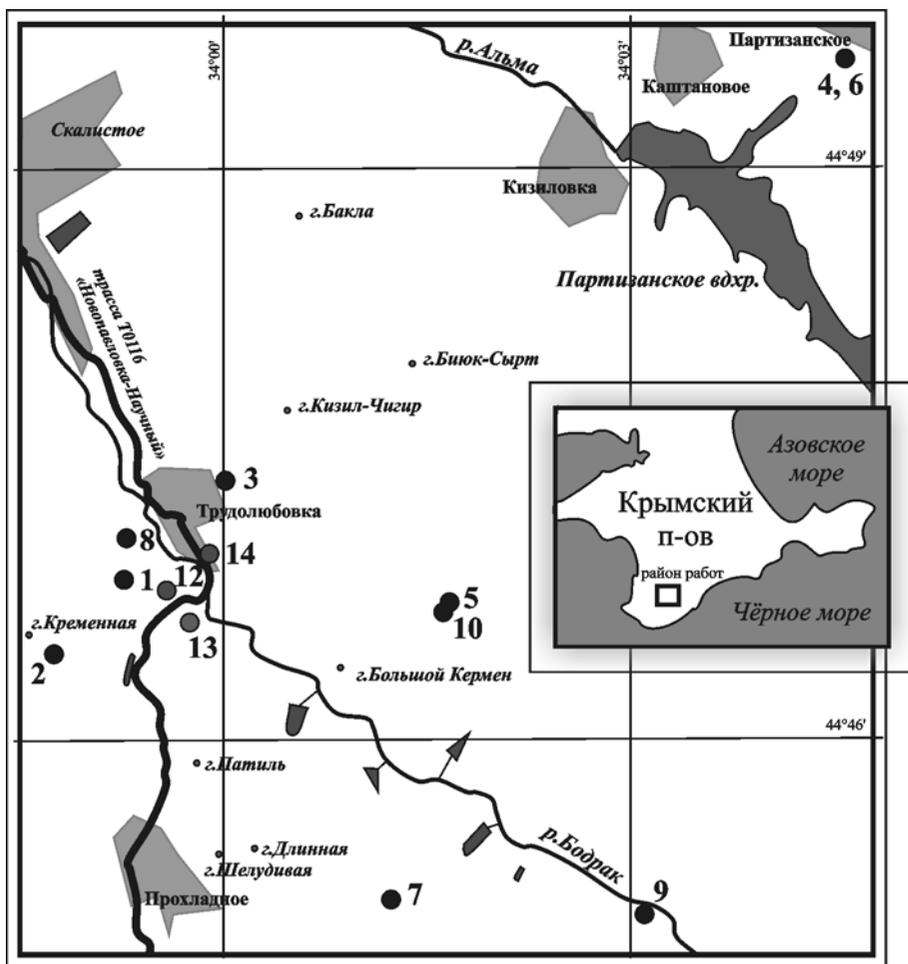


Рис. 1. Район исследований (врезка) и расположение исследованных объектов (черные кружки)

[Федорчук, Глухов, 1980]. В Первомайском карьере, расположенном на правом борту долины р. Бодрак, изучено крупное интрузивное тело микродиоритов, предположительно имеющее форму лакколита [Федорчук, Глухов, 1980]. Как отмечено в работе [Спиридонов и др., 1990а], вулканы карадагского субвулканического комплекса повсеместно, но в весьма разной степени метаморфизованы в условиях цеолитовой фации (в настоящее время этот термин упразднен), что соответствует низкотемпературным и малозначительным преобразованиям первичномагматических минералов.

Возраст пород интрузивного комплекса долгое время считали среднеюрским (байосский век) на основании единичных изотопных датировок, лежащих в интервале 175–160 млн лет (K–Ar-метод), [Лебединский и др., 1960]. Недавно $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ - и U–Pb-методами получены новые данные об изотопном возрасте ряда интрузивных тел и базальтовых лав [Meijers, 2010; Морозова и др., 2012], среди которых наибольший интерес представляют: а) силл Лебединского — $171,3 \pm 2,6$ млн лет ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, плагиоклаз); б) ин-

трузив, вскрытый Первомайским карьером, — $160,4 \pm 2,0$ млн лет ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, плагиоклаз); в) базальты (с. Трудолюбовка) по пути к обнажению «байосский цирк» — $158,3 \pm 7,0$ млн лет ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, плагиоклаз); г) базальтовые лавы за гостиницей в с. Трудолюбовка — $165,7 \pm 1,3$ млн лет ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, валовая проба); д) джидаирская интрузия (правобережье р. Бодрак) — $169,7 \pm 1,5$ млн лет (U–Pb, SHRIMP, цирконы).

Вопрос о залегании изученных субвулканических тел спорный. Большая часть из них (рис. 1, точки 1–7 и 9–14) локализована в толще таврической серии (верхний триас–нижняя юра) или одновозрастной ей эскиординской свиты, отложения которых интенсивно смяты в складки. Контакты субвулканических тел с вмещающими породами припамятные, целостность самих тел не нарушена [Спиридонов и др., 1990а], следовательно, внедрение этих магматических тел происходило уже после образования складок таврической серии (эскиординской свиты). Однако вулканогенно-осадочные породы бодракской свиты, обнажающиеся в узкой полосе северо-восточного простирания в районе с. Трудолюбовка, залегают с крутыми углами падения на северо-запад (до 40–60° и более), что свидетельствует об их дислокации в период со средней юры (байосский век) до раннего

(средняя юра) [Багдасарян, Лебединский, 1967], свита с резким угловым несогласием налегает на сложно-складчатые флишевые отложения таврической серии или ее фациального аналога — эскиординской свиты (верхний триас–нижняя юра). В составе бодракской свиты выделяют три пачки [Федорчук, Глухов, 1980], из которых нами опробованы породы средней пачки, представленные туфопесчаниками и туфоалевролитами зеленовато-серого цвета, которые доступны для непосредственного изучения в обнажении «Байосский цирк» на левом борту долины р. Бодрак у с. Трудолюбовка. Туфопесчаники бодракской свиты в этом обнажении имеют наклонное залегание: азимут падения — северо-запад (330°), угол падения 60° (приведены средние значения).

Интрузивные тела в долине р. Бодрак относятся к бодракскому субвулканическому комплексу, формирование которого происходило в несколько фаз магматической активности [Спиридонов и др., 1990б]. Изученные нами интрузивные (субвулканические) тела прорывают отложения таврической серии (эскиординской свиты) и бодракской свиты, но отсутствуют в вышележащих породах нижнего мела. Они представлены небольшими дайками, штоками и силлами андезибазальтов и базальтов (долеритов)

Интрузивные тела в долине р. Бодрак относятся к бодракскому субвулканическому комплексу, формирование которого происходило в несколько фаз магматической активности [Спиридонов и др., 1990б]. Изученные нами интрузивные (субвулканические) тела прорывают отложения таврической серии (эскиординской свиты) и бодракской свиты, но отсутствуют в вышележащих породах нижнего мела. Они представлены небольшими дайками, штоками и силлами андезибазальтов и базальтов (долеритов)

мела (валанжин–готерив), поскольку наиболее молодые отложения нижнего мела залегают в долине р. Бодрак с малыми углами падения (несколько градусов). Из геологической ситуации, однако, остается неясным, происходило внедрение субвулканических тел в бодракскую свиту до, во время или после ее дислокации. Так, современное залегание силла Короновского (азимут простирания — северо-восток (40–50°), угол падения — северо-запад (40°) [Спирidonov и др., 1990б]) можно рассматривать либо как первичное, если внедрение магмы происходило в уже дислоцированные породы бодракской свиты, либо как вторичное, если образование силла произошло до дислокации вулканогенно-осадочной толщи.

Заметим, что с проблемой определения залегания интрузивных тел в Горном Крыму сталкивались и другие исследователи, в том числе Д.М. Печерский с коллегами [Печерский и др., 1991].

Методы исследования. Исследования носили рекогносцировочный характер с целью опробования максимально большего числа магматических объектов для выявления наиболее перспективных из них для постановки более детальных работ. Отбирали образцы летом 2010 и 2011 гг. В среднем из каждого объекта отобрано по 10–15 ориентированных образцов. Там, где было возможно, интрузивные тела опробованы из эндоконтактных зон. Общий объем палеомагнитной коллекции составил 156 образцов. Отбор образцов из интрузивных тел, вскрытых Первомайским и Школьным карьерами, в обоих случаях сделан в двух точках, отнесенных одна от другой на расстояние несколько десятков метров. В пространстве образцы ориентированы при помощи горного компаса с постоянным контролем возможного влияния сильномагнитных пород на магнитную стрелку. Величину местного магнитного склонения рассчитывали по модели IGRF (11-е поколение).

Лабораторные палеомагнитные исследования и обработка результатов магнитных чисток выполнены в петромагнитной лаборатории геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в соответствии со стандартной методикой [Храмов и др., 1982]. Контрольные измерения проводили в лаборатории главного геомагнитного поля и петромагнетизма ИФЗ РАН.

Все образцы были подвергнуты детальной температурной чистке, которая в большинстве случаев выполнена до 590–620 °С. Число шагов чистки составляло не менее 10–12, при необходимости детальность чистки увеличивалась. Для размагничивания образцов использовали немагнитную печь TD-48 (ASC Scientific, США) с величиной нескомпенсированного магнитного поля не более 5–10 нТл. Контрольные чистки переменным полем проведены на размагничивающем устройстве конструкции К.С. Буракова (ИФЗ РАН). Остаточную намагниченность образцов измеряли на спин-магнитометрах JR-6 (AGICO, Чехия). Обработаны измерения остаточной намагниченности

при помощи пакета программ Энкина [Enkin, 1994] и Remasoft [Chadima, Hroudá, 2006], использующих при выделении компонент намагниченности метод PCA [Kirschvink, 1980].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате магнитной чистки образцов из изученных объектов в большинстве из них выявлена палеомагнитная запись преимущественно хорошего качества. Из-за шумного сигнала провести компонентный анализ не удалось лишь по образцам из трех интрузивных тел (рис. 1; таблица, точки 12–14).

Естественная остаточная намагниченность (ЕОН) большей части образцов является суммой двух компонент намагниченности (рис. 2): низкотемпературной (20–120 °С) вязкой природы и современной, а также наиболее стабильной характеристической компоненты (интервал значений разблокирующей температуры составил 180–620 °С). В 8 из 9 результативных объектов стабильная компонента имеет прямую полярность. Среднее направление низкотемпературной (низкокоэрцитивной) компоненты намагниченности, рассчитанное на уровне сайтов ($N = 11$; $D = 351,6$; $I = 65,9$; $K = 25$; $\alpha_{95} = 3,6$), близко к направлению современного поля в районе исследований ($D_{совр} = 6,0$; $I_{совр} = 62,6$).

Среднее направление стабильной компоненты намагниченности силла Короновского имеет обратную полярность и антиподально среднему палеомагнитному направлению компоненты прямой полярности остальных объектов: тест обращения [McFadden, McElhinny, 1990] пройден на уровне C ($\gamma/\gamma_c = 10,7^\circ/15,4^\circ$). Среднее палеомагнитное направление, рассчитанное для 9 интрузивных тел и туфопесчаников на уровне сайтов, приведено на рис. 3 и в таблице. Средние палеомагнитные направления в Первомайском (точка 5) и Школьном (точка 6) карьерах расположены на сфере относительно далеко от довольно кучной группы направлений других сайтов, поэтому при вычислении общего среднего направления их не учитывали.

Вид кривых терморазмагничивания образцов изученных объектов (рис. 2) позволяет предположить, что основные минералы — носители намагниченности в изученных породах представлены преимущественно титаномагнетитом с разным содержанием титана. В ряде объектов встречаются образцы, намагниченность которых резко возрастает при прогреве до >350–400 °С, что мы рассматриваем как результат окисления пирита до магнетита.

Главный итог магнитной чистки образцов — выделение наиболее стабильной характеристической компоненты намагниченности, имеющей биполярное распределение и проходящей тест обращения. Из-за неблагоприятной (с точки зрения палеомагнитных исследований) геологической обстановки датирование возраста выделенной компоненты намагниченности при помощи полевых тестов на настоящий момент не представляется возможным. Поэтому наиболее

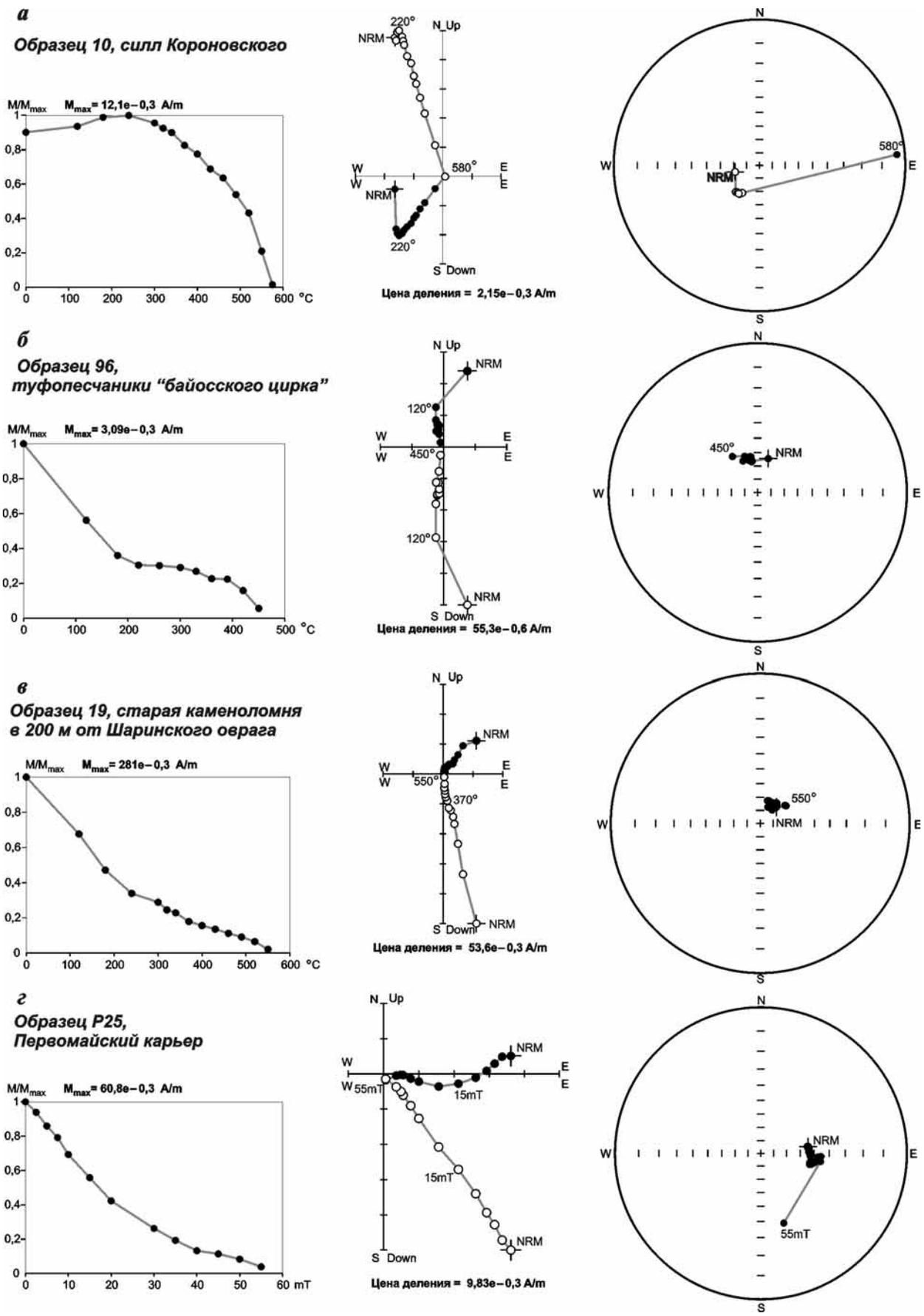


Рис. 2. Примеры кривых размагничивания, диаграмм Зийдервельда и стереограмм исследованных образцов, географическая система координат



Рис. 3. Палеомагнитные направления изученных объектов и среднее палеомагнитное направление

веским доводом в пользу первичности выделенной компоненты намагниченности можно считать ее биполярность. Кроме того, наличие противоположно направленных компонент намагниченности в объектах, расположенных на расстоянии 300 м один от другого (силл Короновского и туфопесчаники «байосского цирка»), позволяет предположить отсутствие локального перемагничивания в районе исследований.

Совпадение направлений стабильной компоненты намагниченности в субвулканических телах и туфопесчаниках бодракской свиты свидетельствует о том, что внедрение магматических тел происходило до дислокации вулканогенно-осадочной толщи. На настоящий момент мы не можем полностью исключить из рассмотрения возможность перемагничивания пород бодракской свиты после ее дислокации, но до внедрения силла Короновского, однако этот сценарий представляется нам маловероятным из-за отсутствия видимых источников такого перемагничивания.

Из отмеченного совпадения направлений стабильных компонент намагниченности в изученных объектах также следует, что все они принадлежат единому тектоническому блоку, который был дислоцирован в послебайосское время (после внедрения интрузивных тел). Степень дислокации определяется средними элементами залегания бодракской свиты (азимут падения — северо-запад (330°); угол падения 60°).

Наличие биполярной компоненты намагниченности можно считать дополнительным доводом в пользу близкого возраста исследованных геологических объектов. Однако в связи с малой выборкой объектов и небольшим числом образцов из каждого из них пока можно говорить лишь о том, что изученные субвулканические тела и туфопесчаники одновозрастны в пределах нескольких миллионов лет.

Интересно сравнение палеомагнитного полюса (таблица), отвечающего среднему направлению выделенной стабильной компоненты намагниченности, с известными юрско-меловыми полюсами Крыма [Печерский и др., 1991; Печерский, Сафонов, 1993; Русаков, 1969; Юдин, 2007; Ямпольская и др., 2006; Meijers, 2010, а также ссылки в этой работе; таблица в виде электронного приложения в Интернете (URL: <http://paleomag.ifz.ru/files/table-2-Crimean-poles.pdf>)]. Для вычисления полюса использовано среднее направление в стратиграфической системе координат: все палеомагнитные направления субвулканических тел пересчитаны с учетом поправки за залегание байосских туфопесчаников (таблица). Соответствующий палеомагнитный полюс находится неподалеку от позднеюрских-раннемеловых полюсов Крыма (рис. 4), но значительно отличается от них и не совпадает ни с одним из полученных ранее палеомагнитных полюсов Крыма для средней юры.

Мы вслед за авторами работы [Печерский и др., 1991] склонны объяснять наблюдаемое различие полученного нами полюса со среднеюрскими полюсами Крыма низкой надежностью единичных палеомагнитных определений для пород этого возраста. К сожалению, из-за отсутствия точных координат магматических объектов бодракского комплекса, результаты палеомагнитных исследований которых представлены в работе [Юдин, 2007], их прямое сопоставление с данными, полученными нами, затруднено. Следует, однако, отметить, что средние палеомагнитные направления для трех объектов (BS, LW, WK) из упомянутой работы С.В. Юдина расположены на сфере в кучной группе полученных нами средних направлений для объектов бодракского комплекса.

Почти все остальные палеомагнитные определения, приведенные в [Электронное..., табл. 2] и

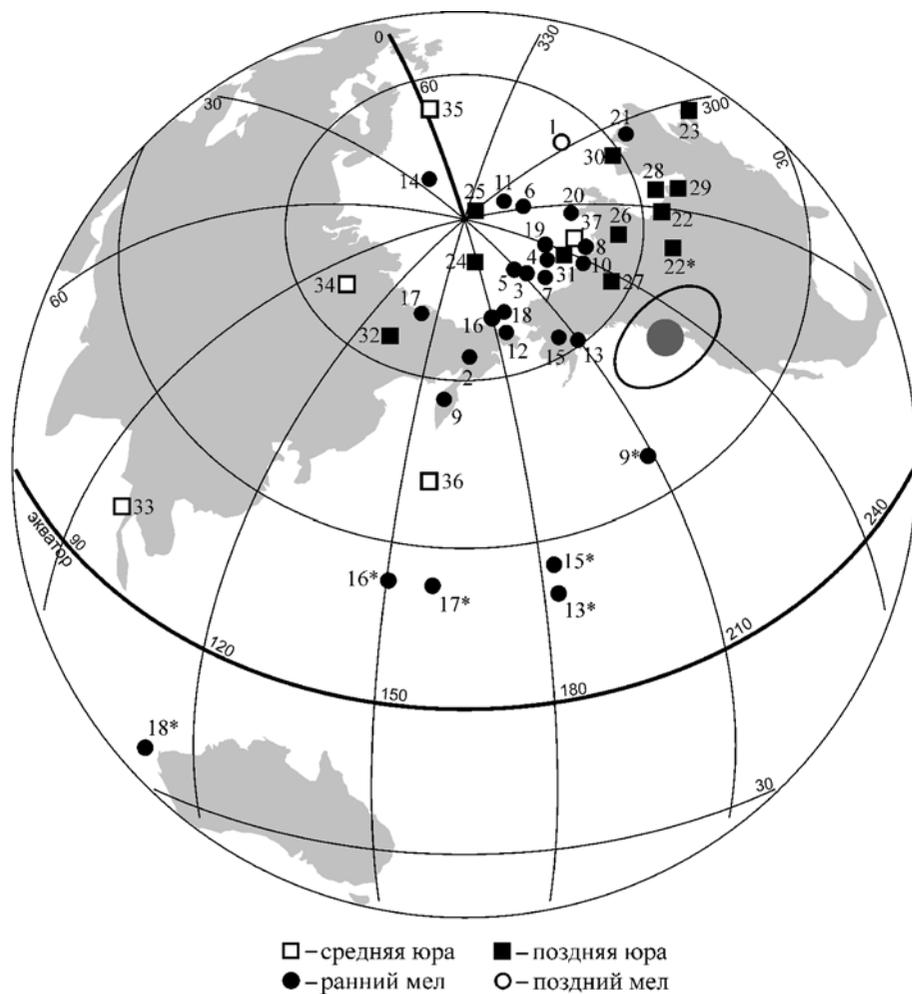


Рис. 4. Палеомагнитные полюсы Крыма согласно данным [Электронное..., табл. 2]. Серым кружком обозначен рассчитанный нами палеомагнитный полюс и его овал 95%-го доверия. Знак со звездочкой — полюс рассчитан для среднего палеомагнитного направления в стратиграфической системе координат

положенные в основу рис. 4, взяты из литературных источников и базы палеомагнитных определений [Pisarevsky, 2005]. Отметим, что многие из них не отвечают современным требованиям палеомагнитной надежности. Например, определение К.И. Анферовой (REFNO 929) не позволяет оценить качество лабораторной обработки образцов, а также выполнить точную пространственную и возрастную привязку исследованных объектов. Сомнения вызывает и надежность палеомагнитных определений, полученных Д.М. Печерским с соавторами [Печерский и др., 1991], для роговиков из экзоконтактов среднеюрских интрузивных тел в связи с неопределенностью залегания этих тел. Первоисточник палеомагнитного определения, сделанного для силла Короновского И.В. Ивановой и упомянутого в работе [Юдин, 2011], нам найти не удалось. Следует, однако, отметить, что в пределах ошибки палеомагнитное направление силла Короновского, полученное И.В. Ивановой, не отличается от направления, полученного нами.

Мы полагаем, что полученный нами полюс с большой степенью вероятности палеомагнитный,

т.е. вековые вариации осреднены. Действительно, среднее направление, используемое для вычисления полюса, получено по 9 объектам, сформировавшимся на протяжении интервала времени, превышающего 10–100 тыс. лет, которого достаточно для осреднения вековых вариаций [Храмов и др., 1982]. Таким образом, полученные нами предварительные координаты палеомагнитного полюса, соответствующего среднему направлению намагниченности изученных объектов в стратиграфической (древней) системе координат, отвечают времени образования изученных магматических объектов, т.е. средней юре.

Вопрос о возможности использования полученного палеомагнитного полюса для построения палеотектонических реконструкций Горного Крыма в целом дискуссионен. Согласно современным представлениям [Юдин, 2011], Крымский п-ов представляет собой сложное покровно-надвиговое сооружение, формирование которого происходило в том числе и в позднем мезозое. В этом случае каждый отдельно взятый тектонический блок, входящий в состав современной структуры Крыма, в постбайосское время мог испыты-

вать дислокации (повороты в разных плоскостях), количественно оценить которые далеко не всегда представляется возможным. Мы выполнили оценку вращения тектонического блока в вертикальной плоскости, однако, чтобы учесть возможные вращения в горизонтальной плоскости, требуется значительно больший объем палеомагнитных данных, в том числе и для смежных районов. Представляется, что если модель В.В. Юдина верна, то восстановление тектонической истории Горного Крыма палеомагнитным методом (в частности для среднеюрской эпохи) представляет довольно сложную задачу, чем предполагалось ранее, решить которую возможно только при значительном увеличении числа надежных палеомагнитных определений для разных районов современного Крыма, отвечающих отдельным тектоническим блокам.

Выводы. 1. Магнитные чистки показали перспективность большинства изученных магматических и вулканогенно-осадочных пород среднеюрского возраста для детальных палеомагнитных исследований на современном методическом уровне.

2. Есть основания полагать, что естественная остаточная намагниченность исследованных тел первичная; на это указывает биполярное распределение компонент намагниченности в изученных объектах.

3. Рассчитаны палеомагнитные направления наиболее стабильной компоненты намагниченности для каждого изученного объекта; по среднему палеомагнитному направлению рассчитан новый палеомагнитный полюс, отвечающий байосскому веку средней юры.

4. Полученные палеомагнитные данные позволили сделать заключение, что интрузивные тела бодракского субвулканического комплекса находятся в нарушенном залегании. Количественно степень их дислокации определяется элементами залегания.

Авторы признательны В.Ю. Водовозову и И.В. Федюкину за помощь в проведении полевых исследований, а также В.В. Юдину, С.В. Юдину и Д.М. Печерскому за плодотворные дискуссии. Работа выполнена на оборудовании, приобретенном по программе развития МГУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Багдасарян Г.П., Лебединский В.И. Новые данные об абсолютном возрасте магматических пород Горного Крыма // Докл. АН СССР. 1967. Т. 173, № 1. С. 149–152.

Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма (стратиграфия кайнозоя, магматические, метаморфические и метасоматические образования): Учеб. пособие / Под ред. О.А. Мазаровича, В.С. Милеева М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. 160 с.

Лебединский В.И. Пластовые интрузии в таврической серии и их роль в геологической истории Горного Крыма // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1960. № 4. С. 32–39.

Лебединский В.И., Шалимов А.И. Магматические проявления в структуре и геологической истории Горного Крыма // Сов. геология. 1967. № 2. С. 82–97.

Морозова Е.Б., Сергеев С.А., Суфиев А.А. U–Pb–цирконовый (SHRIMP) возраст джидайской интрузии как реперного объекта для геологии Крыма (Крымский учебный полигон СПбГУ) // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. Геология. 2012. Вып. 4. С. 25–33.

Печерский Д.М., Диденко А.Н., Сафонов В.А. и др. Петромагнитная и палеомагнитная характеристика среднеюрского вулканизма Горного Крыма // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 3. С. 85–104.

Печерский Д.М., Сафонов В.А. Палинспастические реконструкции положения Горного Крыма в средней юре — раннем мелу на основе палеомагнитных данных // Геотектоника. 1993. № 1. С. 96–105.

Русоков О.М. Магнитное поле Земли в мезозое. Киев, 1969.

Спирidonов Э.М., Федоров Т.О., Ряховский В.М. Магматические образования Горного Крыма. Статья 1 // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1990а. Т. 65, вып. 4. С. 119–133.

Спирidonов Э.М., Федоров Т.О., Ряховский В.М. Магматические образования Горного Крыма. Статья 2 // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1990б. Т. 65, вып. 6. С. 102–112.

Федорчук А.В., Глухов А.М. Петрографические типы субвулканических тел долины р. Бодрак и их возраст // Региональная геология некоторых районов СССР. 1980. Вып. 4. С. 39–45.

Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова Р.А. и др. Палеомагнитология. Л.: Недра, 1982. 312 с.

Электронное приложение. URL: <http://paleomag.ifz.ru/files/table-2-Crimean-poles.pdf>

Юдин С.В. Палеомагнитные исследования Бодракского субвулканического комплекса Горного Крыма и его геодинамическая интерпретация // Геодинамика и нефтегазоносные системы Черноморско-Каспийского региона: Докл. III Междунар. конф. «Крым-2001»: Крым, Гурзуф, 17–21 сентября 2001 г. Симферополь: Таврия-Плюс, 2001. С. 191–193.

Юдин С.В. Палеомагнитные исследования среднеюрских образований Горного Крыма // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. Геология. 2007. № 1. С. 21–31.

Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Симферополь: ДИАЙПИ, 2011. 336 с.

Ямпольская О.Б., Барабошкин Е.Ю., Гужиков А.Ю. и др. Палеомагнитный разрез нижнего мела Юго-Западного Крыма // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2006. № 1. С. 3–15.

Chadima M., Hroudka F. Remasoft 3.0 a user-friendly paleomagnetic data browser and analyzer // Travaux Géophysiques. 2006. Vol. 27. P. 20–21.

Enkin R.J. A computer program package for analysis and presentation of paleomagnetic data // Pacific Geosci. Centre. Geol. Survey of Canada. 1994. P. 16.

Kirschvink J.L. The least-square line and plane and the analysis of paleomagnetic data // Geophys. J. R. Astron. Soc. 1980. Vol. 62. P. 699–718.

McFadden P.L., McElhinny M. Classification of reversal test in paleomagnetism // Geophys. J. Int. 1990. Vol. 103. P. 725–729.

Meijers M.J.M. Tethyan evolution of the Black Sea region since the Paleozoic: a paleomagnetic approach // Geologica Ultraiectina. 2010. Vol. 319. 247 p.

Pisarevsky S. Global paleomagnetic database GPMDB version 4.6 of February, 2005.

Поступила в редакцию
11.02.2013