

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра общей геологии и полезных ископаемых

**УТОЧНЕНИЕ СТРОЕНИЯ, СОСТАВА И УСЛОВИЙ
ФОРМИРОВАНИЯ БАЙОССКИХ-БАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО
РЕЗУЛЬТАТАМ ПАЛЕО- И ПЕТРОМАГНИТНОГО ИЗУЧЕНИЯ КЕРНА
СКВАЖИНЫ САРАТОВСКАЯ-1 (СОКУРСКИЙ ТРАКТ, Г. САРАТОВ).
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студентки 4 курса 401 группы
направления (специальности) 05.03.01 «Геология»
геологического факультета
Бондаренко Дарьи Денисовны

Научный руководитель
к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой
к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

инициалы, фамилия

Саратов, 2017

Введение. Объектом исследования настоящей выпускной квалификационной работы является керновый материал скважины Саратовская-1, расположенной на северо-западной окраине города Саратова, близ карьера по добыче глин завода КПД-2. Данный материал интересен в первую очередь благодаря тому, что отложения, пройденные скважиной, наращивают вниз вскрытый карьером уникальный разрез батского яруса «Сокурский тракт», в котором встречены остатки как бореальной, так и тетической фауны. Обнажение «Сокурский тракт» к настоящему времени всесторонне изучено: выполнены био-, хемо- и магнитостратиграфические исследования [1, 2].

Устье скважины Саратовская-1 расположено на уровне средней ступени карьера, благодаря чему отложения, вскрытые скважиной и карьером, образуют практически непрерывный сводный разрез. Палеонтологические данные по скважинному материалу опубликованы в работе В.В. Митты и др. [2]. Предварительное магнитостратиграфическое изучение разреза скважины проводилось Э.А. Молостовским и А.Н. Гришановым, однако их результаты не были опубликованы.

Настоящая работа посвящена детальному палеомагнитному и петромагнитному изучению керна скважины Саратовская-1. Палеомагнитные исследования проведены на новом, более совершенном, оборудовании, по сравнению с тем, которые использовались Э.А. Молостовским и А.Н. Гришановым. По сравнению с предыдущими работами, значительно расширен спектр изученных петромагнитных параметров.

Автор выпускной квалификационной работы выражает благодарность Гришанову Александру Николаевичу за предоставленные результаты палео- и петромагнитных исследований керна скважины Саратовская-1 и значительную помощь в работе, а также Андрею Юрьевичу Гужикову и Арсению Михайловичу Суринскому за неоценимую помощь в ходе работы.

Основное содержание работы. В разделе «Геологическая характеристика объекта исследований» приводится история изучения разреза «Сокурский тракт», вскрытого в карьере по добыче глины в окрестностях Саратова, основанная на работах, в которых исследовались в основном фаунистические остатки разреза. Лишь в 2017 году вышла полноценная статья о магнитных свойствах пород разреза «Сокурский тракт».

Общая мощность вскрытых скважиной Саратовская-1 толщ составляет 57,5 м (рисунок 1). Разрез представлен преимущественно глинами, различной степени опесчаненности. По находкам аммонитов в разрезе выделена зона Michalskii байосского яруса. Поскольку большая часть вскрытых скважиной отложений на основании только палеонтологических данных не могут детально коррелироваться с возрастными аналогами других регионов, актуальным остается получение по ней палеомагнитных данных, являющееся главной целью настоящей работы. Не менее важной задачей проводимого исследования является получение разнообразной петромагнитной информации, которая, как показал опыт, позволяет получить нетривиальную информацию об условиях формирования пород [1].

Для получения магнитостратиграфической информации, описываемой в разделе «Методика работ», А.Н. Гришановым (лаборатория Петрофизики СНИГУ), равномерно по разрезу скважины, были отобраны ориентированные штуфы с 93 уровней, при мощности разреза в 57,5 м. Для того, чтобы провести лабораторные петро- и палеомагнитные исследования штуфы распиливались на 3-4 образца кубической формы с размерами граней 2см.

Для изучения петромагнитных свойств у образцов были измерены такие параметры как магнитная восприимчивость K , естественная остаточная намагниченность J_n , остаточная намагниченность насыщения J_{rs} , остаточная коэрцитивная сила H_{cr} , прирост магнитной восприимчивости dK , а также

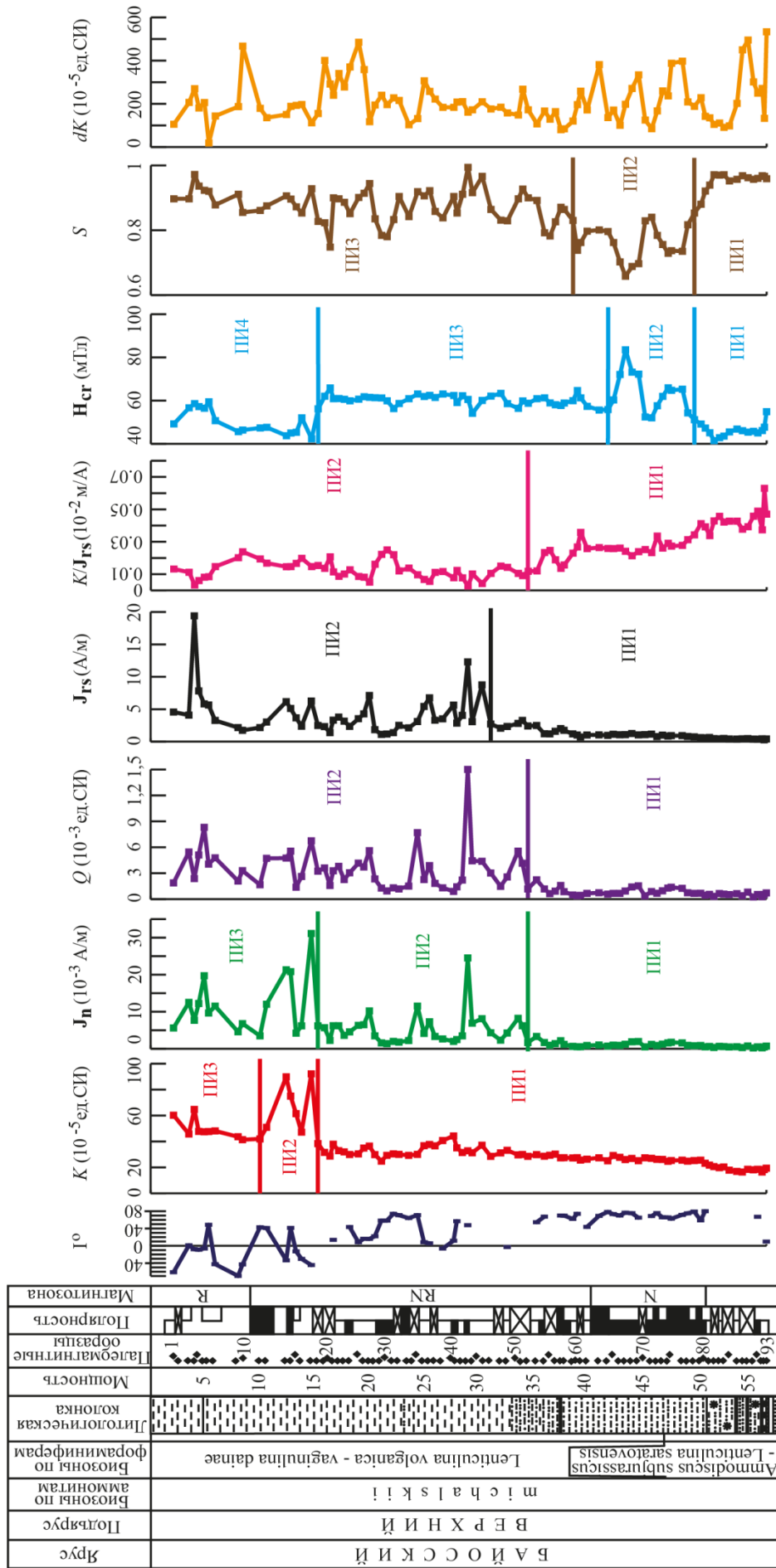


Рисунок 1 – Результаты измерений петромагнитных параметров

анизотропия магнитной восприимчивости АМВ, параметр Кенигсберга Q , S и дифференциальный термомагнитный анализ ДТМА.

Палеомагнитные исследования проводились по стандартной методике [3], заключающейся в измерениях J_n образцов на спин-магнитометре JR-6 после серии последовательных магнитных чисток переменным полем (в основном, до 50—100 мТл с шагом 5 мТл) на установке LDA-3 AF и температурой (от 100° до 500°С с шагом в 50°С) в печи конструкции Апарина. Для компонентного анализа полученных данных использовалась программа Remasoft 3.0. Возможные фазовые превращения минералов при нагревах контролировались путем измерения магнитной восприимчивости образцов после каждой термочистки [1].

Результатом проделанных палео- и петромагнитных исследований кернового материала скважины Саратовская-1 стал магнитостратиграфический разрез скважины Саратовская-1, состоящий из набора графиков петромагнитных параметров и предварительного варианта палеомагнитной колонки (рисунок 1), отраженных в разделе «Результаты работ». На графиках были выделены различные петромагнитные интервалы.

Магнито-минералогические исследования проведены при помощи измерения полного магнитного насыщения, ДТМА и J_n после термочисток. Результатом анализа кривых полного магнитного насыщения стало выявление наряду с магнитомягкой фазой, свойственной магнетиту и магнитным сульфидам железа (пирротину, грейгиту и др.), магнито жестких гидроокислов железа, таких как гетит, гидрогетит и др. Магнито жесткие минералы занимают подчиненное положение в ферромагнитной фракции по отношению к магнитомягким, что подтверждается величинами параметра S близкими к 1. Кривые ДТМА подтвердили выводы, сделанные по данным магнитного насыщения. Результаты термокаппаметрии свидетельствуют о повсеместном распространении в разрезе пирита. Гидроокислы железа, скорее всего, являются продуктом окисления, как магнетита, так и сульфидов железа.

По результатам исследований АМВ можно сделать вывод о том, что абсолютное большинство магнитных зерен имеет плоскую, округлую в плане форму и расположены субгоризонтально. Примечательно, что практически все малые оси тяготеют к центру, что свидетельствует об отсутствии наклона пластов. Аномальные отскоки от большинства в данном случае могут быть связаны с опесчаниванием глин (с наличием ферромагнитных частиц произвольной формы в зернах алевритовой и псаммитовой размерности).

Результатом исследования полного магнитного насыщения стало появление наряду с магнитомягким магнетитом сульфидов железа, таких как пирротин, грейгит и других, и магнито жестких гидроокислов железа, таких как гетит, гидрогетит и других, в подчиненном положении. Кривые ДТМА и результаты J_n после термочисток подтвердили выводы полного магнитного насыщения и обогатили их наличием в разрезе пирита.

Исследуемый разрез относится к сложным в палеомагнитном отношении объектам, ввиду многокомпонентного состава намагниченности, обусловленного разными ферромагнетиками. На основе полученных данных, с учетом результатов термочисток, полученных А.Н. Гришановым, был составлен предварительный вариант палеомагнитной колонки, отраженной на рисунке 1. Исследуемый разрез (описание снизу-вверх) имеет трехчленное строение и образован тремя крупными магнитозонами нормальной (N), переменной (RN) и обратной полярности (R).

Раздел «Условия осадконакопления» содержит в себе подробный анализ полученных в ходе работ данных.

Об условиях осадконакопления возможно судить по поведению графиков различных петромагнитных параметров, характеризующих исследуемый разрез, а также на основе данных по анизотропии магнитной восприимчивости.

Характерное распределение проекций осей эллипсоидов магнитной восприимчивости (концентрация коротких осей в центре стереограммы, а

длинных и средних – по экватору стереопроекции), однозначно, указывает на формирование отложений в спокойных гидродинамических условиях.

Литология исследуемого разреза (рисунок 1) указывает на трансгрессию моря в пределах данного участка на основании постепенной смены песчанистых разностей глинистыми. В петромагнетизме это обстоятельство отражено трендами к возрастанию значений K , J_n , J_{rs} , что характерно для осадочных толщ, в которых основными носителями магнитных свойств являются аутигенные ферромагнетики [3].

Интересной особенностью исследуемого разреза является интервал 49,7-56,3 м с преобладанием магнитомягкой фазы, судя по графикам H_{cr} и S (рисунок 1). Вероятно, песчанисто-алевритистые глины формировались в условиях слабовосстановительной обстановки, способствующей образованию магнетита и магнитных сульфидов. Подобные условия мелководья (о которых свидетельствуют поступление обломочного материала) можно представить только при отсутствии активной гидродинамики, что возможно в условиях узкого залива или лагуны и равнинной прибрежной местности.

Незначительное увеличение доли магнито жесткой фазы в петромагнитных интервалах ПИ(H_{cr})₂ и ПИ(S)₂ связано с появлением незначительного количества магнито жестких ферромагнетиков, скорее всего, гидроокислов железа, появившихся в следствии усиления аэрации. Однако, начиная с интервала ПИ(H_{cr})₃ окислительно-восстановительная обстановка в придонных слоях бассейна стабилизировалась (значения H_{cr} в интервале ПИ(H_{cr})₃ практически не изменяются) в пользу восстановительной среды, в которой формировались, в основном, магнитомягкие минералы – магнетит и магнитные сульфиды (пирротин, грейгит и т.п.), на что указывают значения S , близкие к 1.

Значительное увеличение значений естественной остаточной намагниченности на границах петромагнитных интервалов ПИ(J_n)₁–ПИ(J_n)₂ и ПИ(Q)₁–ПИ(Q)₂, указывает на создание благоприятных условий для

ориентации магнитных моментов частиц. Благоприятные условия для ориентации создались, вероятно, как вследствие отсутствия гидродинамики (до этого момента она была, на ее наличие указывают примеси алевритистых частиц), так и вследствие уменьшения размера магнетитовых (или грейгитовых) частиц (на минимальную размерность указывает K/J_{rs}).

Скорее всего, геохимические условия становились все благоприятнее для формирования магнетита и сульфидов (потенциал среды придонных слоев смещался в сторону восстановительного, кислорода становилось все меньше), и их образовывалось все больше и больше (это отражено в плавном возрастании K снизу-вверх по разрезу). Но одновременно эти частицы становились все меньше и меньше. В момент, зафиксированный на петромагнитных графиках (подошва ПИ(J_n)²), размер частиц стал настолько мал (возможно, они достигли одновременного состояния), что они стали ориентироваться очень хорошо. Это и обусловило скачкообразный рост J_n и Q .

Интервал 10-15,3 м исследуемого разреза резко выделяется, относительно остальных интервалов, практически на всех графиках. Наряду со скачкообразным поведением графика магнитной восприимчивости в интервале ПИ(K)² и схожего с поведением графика K естественной остаточной намагниченности в интервале ПИ(J_n)³, график коэрцитивной силы отражает, в целом, наименьшие значения в интервале ПИ(H_{cr})⁴. Такое сочетание высоких значений K , J_n и низких H_{cr} является индикатором восстановительных условий, благоприятных для обогащения осадка магнитомягкими аутигенными магнитными сульфидами и магнетитом.

По другим параметрам этот интервал не прослеживается.

Отсутствие значимой дифференциации на термокаппаметрическом графике, на наш взгляд, лучше всего согласуется с предположением о наложении на первичную седиментационную ритмичность эффектов от эпигенетических тонкодисперсных сульфидом железа и магнетита, которые

образовались за счет вертикальной миграции углеводородов из Елшанского подземного газохранилища [1].

Результаты магнитополярной интерпретации не противоречат гипотезе о первичности намагниченности. Сульфиды железа могут иметь эпигенетическую природу, однако, судя по термокаппаметрическим данным, они более или менее равномерно распределены по исследуемому разрезу, что не позволяет однозначно связать их с влиянием миграции углеводородов. В последнем случае термокаппаметрические показатели должны были бы убывать снизу-вверх по разрезу. С другой стороны, при диагенетической природе сульфидов следовало бы ожидать более закономерного, ритмичного распределения величин dK по разрезу. Вполне вероятно, что в данном случае имеет место наличие как первичных (диагенетических), так и вторичных (эпигенетических) сульфидов железа. Таким образом, детальную структуру палеомагнитной колонки, особенно в пределах магнитозоны переменной полярности, нельзя пока считать достоверной.

J.G. Ogg и L.A. Hinnov в своих трудах [4] предлагают сразу три варианта магнитостратиграфических колонок для байосских отложений. Это связано с тем, что результаты, полученные по реальным разрезам байос-батских отложений Испании, а также результаты составления магнитополярных колонок для морского дна и средних глубин значительно различаются, иной раз, противоречат друг другу. Таким образом, детальная палеомагнитная корреляция байосских-батских отложений разреза «Сокурский тракт» со шкалой геомагнитной полярности является сложнейшей проблемой уже из-за того, что общепринятого варианта магнитной зональности средней юры до сих пор нет. Учитывая, наряду с этим неоднозначность магнитополярных материалов по разрезу, представляется преждевременным проводить инфразональную или зональную магнитостратиграфическую корреляцию на основе полученных данных.

Сказанное ранее не означает, что попытки в этом направлении должны быть прекращены. Напротив, предстоит большая работа с привлечением дополнительных анализов и методов, далеко превосходящая рамки квалификационной работы.

Некоторые петромагнитные характеристики разреза, возможно, смогут выполнять роль корреляционных реперных уровней. Например, можно предположить, что сильномагнитный интервал ПИ(K)2 латерально устойчив. Возможно, он является аналогом сильномагнитного интервала, выделяемого в байосе-бате Пензенской области и Самарского, Саратовского, Волгоградского Заволжья [5]. Однако окончательный вывод о его стратиграфической значимости лучше сделать после получения петромагнитных данных по другим разрезам байоса Саратовского правобережья.

Предполагаемый реперный уровень в виде подошвы ПИ(K)2, определяемой по скачкообразному возрастанию K , можно проследить и по характерному возрастанию на графике J_n и по резкому убыванию значений на кривой H_{cr} .

Перспективным в плане корреляционной устойчивости являются и петромагнитные интервалы ПИ(H_{cr})1, ПИ(S), выделяющиеся в разрезе абсолютным доминированием магнитомягкой фазы среди ферромагнитной фракции.

Заключение. Настоящая выпускная квалификационная работа представляет собой результаты исследования кернового материала скважины Саратовская-1, расположенной на северо-западной окраине города Саратова. Ранее Э.А. Молостовским и А.Н. Гришановым было проведено предварительное магнитостратиграфическое изучение разреза скважины, однако результаты работ не были опубликованы. Поскольку исследования проводились на устаревшей аппаратуре, то такие характеристики разреза как отношение K/J_{rs} было невозможно исследовать ввиду погрешностей приборов.

Исследуемый скважинный материал был повторно изучен на усовершенствованной аппаратуре, впервые у керна были изучены такие параметры как анизотропия магнитной восприимчивости и рассчитан параметр S . В дополнение к проведенным ранее термочисткам образцов, проведены чистки образцов переменным полем, являющиеся обязательными с точки зрения современных стандартов палеомагнитных исследований.

Результаты анализа магнито-минералогических и петромагнитных данных, в том числе материалов анизотропии магнитной восприимчивости, позволили судить о форме и размерности зерен ферромагнитной фракции, реконструировать некоторые особенности формирования отложений, связанные с изменениями гидродинамики и геохимической среды придонных слоев.

Результатом палеомагнитных исследований стал предварительный вариант магнитополярной колонки разреза. Для построения окончательного макета магнитостратиграфического разреза необходимы дополнительные исследования.

На основании полученных данных были предложены варианты условий осадконакопления для данных отложений, а также предложены некоторые вероятные реперные стратиграфические уровни.

Таким образом, цель квалификационной выпускной работы, заключающаяся в получении палео- и петромагнитной информации по разрезу и ее использованию для решения геологических задач, можно считать достигнутой.

Список используемых источников

1. Магнито- и углеродно-изотопная стратиграфия нижнего-среднего бата разреза «Сокурский тракт» (Саратов, центральная Россия) : значение для глобальной корреляции / О. С. Дзюба [и др.] // Геология и геофизика. 2017. Т. 58, № 2. С. 250-272.

2. Biostratigraphy and sedimentary settings of the Upper Bajocian-Lower Bathonian in the vicinity of Saratov (Central Russia) / V. Mitta [et al.] // N. Jb. Geol. Paläont. - Abh. 2014. V. 271, № 1. P. 95-121.
3. Молостовский, Э.А. Магнитостратиграфия и ее значение в геологии. / Э.А. Молостовский, А.Н. Храмов. Саратов : Изд-во Саратовский университет, 1997. 180 с.
4. Ogg, J.G. The Geologic Time Scale / J.G. Ogg, L.A. Hinnov. USA, 2012. P. 731-791.
5. Гужиков, А.Ю. Петромагнетизм байос-батских отложений Поволжья: стратиграфический и палеотектонический аспекты. / Гужиков А.Ю., Ямпольская О.Б., Гончаренко О.П. // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. 2002. № 2. С. 53-62.