

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

Кафедра геофизики

**Результаты палео- и петромагнитных исследований нижнепермских  
отложений на территории Республики Адыгеи, долина реки Белая (п.  
Гузерибль)**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 4 курса 403 группы  
направления 05.03.01 «Геология»  
профиль подготовки «Нефтегазовая геофизика»  
геологического факультета  
Борисовой Вероники Андреевны

Научный руководитель:

к. г.-м. н., доцент

\_\_\_\_\_

*подпись, дата*

А.Г. Маникин

Зав. кафедрой

геофизики:

к. г.-м. н., доцент

\_\_\_\_\_

*подпись, дата*

Е. Н. Волкова

Саратов 2026

**Введение.** Актуальность темы исследования. Палеомагнитные данные по пермским отложениям Кавказского региона остаются крайне фрагментарными и ограниченными. На сегодняшний день в научных публикациях зафиксировано не более десяти детально изученных обнажений, причём подавляющая часть этих исследований выполнена в 1970–1980-х годах с использованием методик, уступающих современным стандартам точности и объёму статистической выборки. Данный пробел создаёт серьёзный дефицит надёжного фактического материала, необходимого для построения актуальных палеогеодинамических моделей, проведения высокоразрешающих магнитостратиграфических корреляций, а также для понимания условий осадконакопления, диагенетических преобразований и постседиментационных деформаций пород Северного Кавказа.

В магистерской работе 2025 г. (Н. В. Кравцов) впервые были получены репрезентативные палеомагнитные и петромагнитные характеристики нижнепермских отложений аксаутской свиты на учебном полигоне «Белая речка» (Майкопский район, Республика Адыгея). Проведённые исследования убедительно подтвердили пригодность данных пород для палеомагнитных реконструкций и выявили перспективность дальнейшего детального изучения разреза.

Настоящая работа представляет результаты дополнительных полевых и лабораторных исследований 2025 года, направленных на сгущение сетки опробования, расширение коллекции образцов, применение уточнённых методик магнитно-минералогического и компонентного анализа, а также впервые выполненное исследование анизотропии магнитной восприимчивости (АМВ) для нижнепермских толщ Адыгеи. Расширение фактической базы и внедрение современных петрофизических подходов позволили не только верифицировать ранее сделанные выводы, но и выявить ранее не фиксировавшиеся особенности магнитной минералогии, текстуры пород и

скрытой разрывной тектоники, существенно повышая надёжность и детальность соответствующих палеомагнитных и структурных реконструкций.

Цель работы: на основе полевых исследований 2025 г. выполнить сбор представительной коллекции образцов нижнепермских отложений Адыгеи, провести комплексную интерпретацию полученных палеомагнитных и петромагнитных данных и сопоставить их с результатами магистерской работы 2025 г. для оценки геологической информативности изучаемого разреза, а также провести дополнительное изучение нижнепермских отложений аксаутской свиты в долине р. Белая (район пос. Гузерипль).

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи:

-Дополнить коллекцию нижнепермских отложений аксаутской свиты за счёт сгущения сетки опробования разреза и отбора дополнительных ориентированных штуфов в полевой сезон 2025 г.

-Провести полный цикл лабораторных палеомагнитных и петромагнитных исследований новых образцов, включая измерения магнитной восприимчивости, термокаппаметрию, опыты магнитного насыщения, **АМВ** и магнитную чистку переменным полем.

-Выполнить компонентный анализ естественной остаточной намагниченности, выделить характеристическую компоненту (**ChRM**), определить магнитную полярность и сопоставить полученные данные с региональными палеомагнитными полюсами Северного Кавказа.

-Провести детальную интерпретацию данных **АМВ** для реконструкции скрытого структурного плана, выявления иерархии разрывных нарушений, оценки кинематики тектонических напряжений и картирования блоковой архитектуры территории.

-Систематизировать и обобщить результаты трёх полевых сезонов (2023–2025 гг.), выполнив сравнительный анализ с данными предыдущих

исследований и обосновав фильтрацию образцов для магнитостратиграфических построений.

Фактический материал: Исходная коллекция, собранная в 2023–2024 гг., насчитывает 24 ориентированных штуфа из 12 точек отбора. В полевой сезон 2025 г. коллекция была дополнена материалами, полученными из 6 ориентированных штуфов, из которых изготовлено 56 образцов. Таким образом, общее число подготовленных и измеренных образцов превысило 160 кубиков.

Лабораторные исследования выполнены в учебно-научной лаборатории петрофизики геологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского (СГУ) под руководством научного руководителя – доцента А. Г. Маникина.

Автор выражает глубокую благодарность сотрудникам лаборатории петрофизики СГУ, особенно профессору кафедры общей геологии и полезных ископаемых А. Ю. Гужикову и доценту А. Г. Маникину, а также бывшему инженеру Н. В. Кравцову за предоставленные материалы, всестороннюю помощь и поддержку на всех этапах написания данной работы. Особая признательность выражается за предоставление материалов полевого сезона 2025 года и ценные консультации при анализе и интерпретации результатов.

Выпускная квалификационная работа содержит в себе введение, заключение, список использованных источников, а также три раздела основного содержания работы:

- 1 Геологическое строение района исследований
- 2 Методика работ
- 3 Результаты работ

**Основное содержание работы.** Первый раздел «Геологическое строение района исследований» включает четыре подраздела, в которых последовательно рассматриваются физико-географические условия, тектоническое строение, стратиграфия и история геологического развития.

В подразделе 1.1 приводится физико-географический очерк и характеристика геоморфологических особенностей территории Республики Адыгея в среднем течении реки Белой. Территория исследований расположена в северо-западной части Кавказского хребта, в пределах Майкопского района, и отличается ярко выраженным эрозионно-тектоническим низко- и среднегорным рельефом. Правобережье долины реки Белой представлено крутосклонным рельефом, приуроченным к Даховскому кристаллическому массиву. Левобережье характеризуется развитием куэстовых гряд, сложенных нижнемеловыми и верхнеюрскими карбонатными породами, с асимметричным строением склонов (южные склоны крутые, северные — пологие).

Абсолютные высоты варьируют от 400 м (долина р. Белой) до 1335 м (западная часть района). Общий наклон рельефа с юга и севера к долине реки Белой. Основная водная артерия — река Белая — пересекает территорию в субмеридиональном направлении, её русло приурочено к глубинному разлому. В пределах района река вырабатывает два каньона: в районе Даховского кристаллического массива и у посёлка Каменноостский.

Подраздел 1.2 посвящён тектоническому строению территории. В тектоническом отношении район расположен в пределах Северо-Кавказского краевого массива, представляющего собой краевое поднятие эпигерцинской Скифской плиты. В его структуре выделяются структурно-тектонические зоны: Северо-Кавказская моноклираль, Руфабгинское поднятие, Гудский прогиб, Даховский горст и северное крыло Дудугушского прогиба.

Изучаемая территория приурочена к Пшекиш-Тырныузской межблоковой шовной зоне, которая представляет собой одну из ключевых тектонических структур Большого Кавказа, имеющую субширотное простирание и характеризующуюся интенсивной дробленностью пород в полосе шириной 2–3 км. Эта зона является разломом фундамента, разграничивает блоки с различной ориентировкой структур и контролирует размещение серпентинитовых массивов (Беденский, Даховский, Кишинский и др.).

Подраздел 1.3 посвящён стратиграфии района исследований. В геологическом строении территории принимают участие отложения протерозойского, палеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста. Наиболее древними породами являются метаморфические образования Даховского кристаллического массива (протерозой), представленные кристаллическими сланцами и гнейсами.

Палеозойская группа представлена девонской, каменноугольной и пермской системами. Основным объектом исследований — нижнепермские отложения аксаутской свиты (ассельско-сакмарский ярус). Разрез свиты имеет трёхчленное строение: нижняя пачка (до 50 м) — песчаники, гравелиты, конгломераты; средняя (до 270 м) — песчаники с прослоями алевролитов; верхняя (до 250 м) — алевролиты, алевроитовые аргиллиты с редкими песчаниками. Мощность свиты варьирует от 0 до 560 м. Верхнепермские отложения (казанско-татарские ярусы) представлены конгломератами в основании, выше залегают известняки (внизу плитчатые, в середине оолитовые, вверху водорослево-фораминиферовые) мощностью до 130 м.

Мезозойская группа включает триасовые, юрские и меловые отложения. Триас представлен известняками, мергелями, песчаниками, аргиллитами. Юрские отложения - включают аргиллиты, песчаники, глинистые известняки, конгломераты. Меловая система сложена известняками, мергелями, песчаниками, глинами, конгломератами.

Кайнозойская группа представлена неогеновыми (валунно-галечные конгломераты, песчано-глинистый материал) и четвертичными (аллювиальные, делювиальные, коллювиальные, элювиальные отложения) образованиями.

Подраздел 1.4 посвящён истории геологического развития Республики Адыгея. Формирование её структурного плана связано с длительной и многоэтапной эволюцией восточной части Скифской плиты и сочленением с Большим Кавказом.

В байкальский этап (поздний протерозой) происходило накопление мощных терригенных толщ, впоследствии метаморфизованных в кристаллические сланцы и гнейсы Даховского массива. Территория испытывала сжатие, сопровождавшееся складчатостью и внедрением ультрабазитов.

В герцинский этап (средний–поздний палеозой) в среднем карбоне произошёл разогрев коры и образование гранитов. В начале перми — горообразование и формирование межгорных впадин с накоплением грубообломочной красноцветной молассы (аксаутская свита). В поздней перми режим сменился на континентальный, и образовались верхнепермские известняки с кораллами.

В мезозойский этап (триас–юра) в триасе началась трансгрессия, накапливались карбонатные и терригенные толщи. На границе триаса и юры — интенсивная складчатость. В нижней юре — новая трансгрессия, в средней юре — максимум трансгрессии с тёплым морем и криноидеями. Конец средней юры ознаменовался предкелловейской складчатостью, формированием Гудской и Монахской синклиналей, разрывных нарушений и воздыманием.

В альпийский этап (мел–кайнозой) в мелу и палеогене существовал устойчивый морской режим. В конце палеогена–неогене — общее воздымание и альпийская складчатость, смена платформенного режима орогенным. С олигоцена — рост Большого Кавказа, накопление майкопской серии. В неоген-антропогене — активное складко- и разрывообразование, завершившееся формированием современного рельефа.

Второй раздел «Методика работ» включает три подраздела, в которых последовательно рассматриваются полевые, лабораторные и аналитические процедуры. Полевые исследования проводились в три сезона (2023, 2024, 2025 гг.). Отбор ориентированных штуфов осуществлялся горной кайлой с фиксацией элементов залегания горным компасом. Все штуфы распилены на кубические образцы объёмом 8 см<sup>3</sup>. Суммарная коллекция составила >160

образцов. Разрез суммарной мощностью ~700 м характеризуется непрерывным выходом на дневную поверхность в левом борту долины р. Белой.

Петромагнитные и магнито-минералогические исследования базировались на принципах разделения аллотигенных и аутигенных магнетиков. Измерения включали магнитную восприимчивость ( $K$ ), термокаппаметрию ( $K_t$ ), естественную остаточную намагниченность ( $J_n$ ), остаточную намагниченность насыщения ( $J_{rs}$ ), поле остаточной коэрцитивной силы ( $B_{cr}$ ), расчёт параметра Кенигсбергера ( $Q$ ), параметра  $S$  и отношения  $K/J_{rs}$ . Термокаппаметрия проводилась после нагрева до 500 °С; прирост  $dK$  связан с превращением пирита в магнетит. Опыты магнитного насыщения выполнялись до 700 мТл. Измерение **АМВ** проводилось по 15 направлениям для расчёта тензора магнитной восприимчивости и построения трёхосного эллипсоида. Интерпретация магнитных свойств учитывала седиментационную ритмичность, колебания уровня моря и окислительно-восстановительный потенциал палеобассейна.

Палеомагнитные исследования выполнялись по стандартной методике с использованием магнитной чистки переменным полем (2–10 мТл). После каждого шага производились замеры  $J_n$  на спин-магнитометре **JR-6**. Выделение характеристической компоненты намагниченности (**ChRM**) осуществлялось путём анализа стабильности векторов на диаграммах Зийдервельда и стереографических проекциях. Обработка данных проводилась в Remasoft 3.0. Правила определения полярности базировались на группировке проекций **ChRM** в северном/северо-западном секторе нижней полусферы (нормальная полярность) или закономерном смещении по дугам больших кругов к верхней полусфере (обратная полярность). Кластерный анализ компонентов позволил разделить векторы на три группы и оценить их генезис.

Третий раздел «Результаты работ» посвящён анализу результатов петромагнитных, магнито-минералогических и палеомагнитных исследований, а также структурному районированию по данным **АМВ**.

Петромагнитная характеристика. Значения магнитной восприимчивости ( $K$ ) варьируют от 6,8 до  $24 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ. Наименьшие величины характерны для сероцветных песчаников, красноцветные разности демонстрируют несколько повышенную восприимчивость. Естественная остаточная намагниченность ( $J_n$ ) изменяется от 0,35 до  $3 \cdot 10^{-3}$  А/м.

Магнито-минералогическая характеристика. Опыты магнитного насыщения (до 700 мТл) во всех образцах выявили только магнитно-жесткую фазу, типичную для гематита и гидроокислов железа. Это указывает на преобладание аутигенных и раннедиагенетических ферромагнетиков, что благоприятно для палеомагнитных реконструкций и свидетельствует об отсутствии значительного влияния современных магнитно-мягких примесей.

Анизотропия магнитной восприимчивости (**АМВ**). Впервые для нижнепермских отложений Адыгеи получены детальные данные по **АМВ**. Распределение осей эллипсоида свидетельствует о сильных постседиментационных деформациях. Во всех точках отбора короткие оси ( $K_3$ ) отклонены от вертикального положения на 60–90°. Смещение  $K_3$  в субмеридиональном направлении отражает ориентацию главного вектора тектонического сжатия, что согласуется с общей обстановкой на Кавказе. Параметры **АМВ** позволили судить не только о направлении и интенсивности деформаций, но и выявлять участки гидротермально изменённых пород.

Палеомагнитная характеристика. Качество образцов неоднородно. Красноцветные песчаники несут сильную вторичную перемагниченность, проявляющуюся в аномальных направлениях на верхнюю полусферу в северных румбах, что указывает на присутствие нескольких компонент  $J_n$ . Сероцветные полимиктовые песчаники демонстрируют хорошее палеомагнитное качество. В сероцветных алевролитах при размагничивании проекции  $J_n$  закономерно смещаются по дугам больших кругов к верхней полусфере, свидетельствуя о наличии компоненты с отрицательным наклоном (вероятно, обратной полярности).

Кластерный анализ всех выделенных компонент (**ChRM** и **C<sub>1</sub>**) установил их разделение на три группы:

Группа 1 – только характеристические компоненты (**ChRM**), направления которых близки к известным для нижнепермских отложений Северного Кавказа. Векторы первичны или являются ранними вторичными и пригодны для региональных реконструкций.

Группа 2 – только промежуточные компоненты (**C<sub>1</sub>**), сходящиеся в центре нижней полусферы, что типично для вязкой намагниченности, приобретённой в современном геомагнитном поле.

Группа 3 – смешанные векторы, отличающиеся максимальным разбросом. Предположительно отражают самостоятельную компоненту, связанную с тектонической активизацией в триасе (герцинский этап). Хотя средний вектор пока не может быть надёжно отождествлён с триасовым полем, факт выделения такой компоненты открывает перспективы для изучения герцинской намагниченности на Кавказе.

Согласно глобальной палеомагнитной шкале, раннепермскому интервалу соответствует суперхрон обратной полярности Киама. Наличие в породах стабильной компоненты обратного знака, а также близость рассчитанного палеомагнитного полюса к ранее определённым для Северного Кавказа полюсам подтверждают первичность выделенной характеристической намагниченности и пригодность разреза для магнитостратиграфических построений. Однако часть дополненных данных показала ухудшение палеомагнитного качества, что потребовало строгой фильтрации перед расчётом итогового полюса.

Данные АМВ послужили основой для выделения скрытых разрывных нарушений и картирования блоков в зоне тектонического миланжа западной части Пшекиш-Тырныаузской шовной зоны. Центральным структурным элементом является зона главного сместителя, приуроченная к долине р. Белая (простираение  $\sim 25^\circ$ – $205^\circ$  и  $30^\circ$ – $210^\circ$ ), подтверждаемая кластеризацией данных

на роза-диаграммах большинства пунктов наблюдений. В широтном направлении прослеживается система поперечного сместителя, пересекающего основную зону под углами  $\sim 70^\circ\text{--}90^\circ$ , активно участвующая в распределении деформационных полей и отражающая стадию позднего тектонического пережатия. Совокупность данных АМВ позволяет интерпретировать систему разломов как блоково-ступенчатую структуру с доминированием сдвиговых компонент перемещения.

**Заключение.** В настоящей бакалаврской работе завершены палео- и петромагнитные исследования нижнепермских отложений аксаутской свиты на территории учебно-научного полигона Южного федерального университета «Белая речка» (Республика Адыгея). В отличие от магистерской работы 2025 г., которая базировалась на материалах полевых сезонов 2023–2024 гг., данное исследование доведено до конца с использованием дополнительных данных, полученных в ходе полевых работ летом 2025 года.

На основе комплексной интерпретации палеомагнитных, петромагнитных и магнитно-минералогических данных (с учётом нового материала 2025 г.) сделаны следующие выводы:

1. Проведённые исследования демонстрируют неоднородное, но в целом удовлетворительное качество палеомагнитной коллекции нижнепермских отложений аксаутской свиты. Надёжная характеристическая компонента намагниченности (**ChRM**) уверенно выделяется преимущественно в сероцветных полимиктовых песчаниках, тогда как красноцветные разности несут интенсивную вторичную перемагниченность и требуют отбраковки. Наличие стабильной компоненты обратной полярности, согласующейся с глобальным суперхроном Киама, а также близость рассчитанного палеомагнитного полюса к ранее опубликованным данным по Северному Кавказу, подтверждают первичный характер выделенной намагниченности и достоверность полученных результатов. Таким образом, после обоснованной фильтрации данных изучаемый разрез обладает высокой палеомагнитной

информативностью и в целом пригоден для проведения магнитостратиграфических корреляций и палеогеодинамических реконструкций.

2. Проведённый анализ магнитной текстуры позволил реконструировать скрытый структурный план исследуемого участка, выявить иерархию разрывных нарушений и оценить кинематику тектонических напряжений. Главным элементом схемы остаётся северо-западно-юго-восточный сместитель, контролируемый долиной реки Белая, в то время как широтный поперечный разлом выступает в роли трансформной зоны, модулирующей распределение деформаций. Блоково-ступенчатая архитектура с доминированием сдвиговых компонент и локальной ротацией в узлах пересечений свидетельствует о полифазном характере тектонического развития территории. Полученные данные могут быть использованы для уточнения геодинамических моделей района, прогнозирования зон повышенной трещиноватости, а также при инженерно-геологическом обосновании хозяйственного освоения долины.

Таким образом, бакалаврская работа 2026 г., базирующаяся на расширенном фактическом материале, не только подтверждает основные выводы магистерской работы 2025 г., но и вносит существенные уточнения: впервые для данного района проведено структурное районирование по данным **АМВ**, выделены блоки, намечены зоны разломов, а также выполнена обоснованная отбраковка точек для палеомагнитных реконструкций. Полученные результаты имеют прямое значение для палеогеодинамических построений и магнитостратиграфии Северного Кавказа.