УДК 553.21/.24
DOI: 10.46698/VNC.2026.24.92.001

Оригинальная статья

Определение стратиграфической принадлежности пачки органогенно-обломочных известняков пограничных отложений аалена-байоса Лабино-Малкинской зоны (Северный Кавказ)

А-Г.Г. Керимов[1], Н.А. Максимова[2], М.П. Шерстюков[1], Л.С. Мкртчян[1], Е.Г. Керимова[1]

[1] Северо-Кавказский федеральный университет, Россия, 355017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, e-mail: akerimov@ncfu.ru;

[2] Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Статья поступила: 07.04.2026, доработана: 10.08.2026, принята к публикации: 13.08.2026

Резюме: Актуальность работы. Маркирующий горизонт органогенно-обломочных известняков, расположенный в зоне пограничных отложений ааленского и байоского ярусов, являлся объектом длительной дискуссии между геологами, изучавшими рассматриваемый район. Часть авторов считала его верхами джигиатской свиты верхнего аалена, другие рассматривали криноидные известняки как базальный горизонт толщи байосских глин и аргиллитов, соответствующий подстилающим байосско-батским отложениям джангурской свиты нижнего байоса. Закономерности формирования и состав литогенной основы маркирующей пачки являются очень важными при уточнении пограничных отложений любого возраста, поскольку полученные результаты могут существенно изменить представление об осадконакоплении в этом временном интервале. В железняках и фосфоритах, расположенных ниже криноидных известняков, было обнаружено повышенное содержание редкоземельных металлов. В случае принадлежности пласта криноидных известняков к верхам джигиатской свиты (аален), можно считать пласт бронирующим для закрытых ааленских отложений на сопредельных площадях, что может послужить поисковым критерием выявления залежей редкоземельных металлов и позволит минимизировать затраты на поисково-разведочные работы. **Целью исследования** являлось определение стратиграфической принадлежности пачки органогенно-обломочных известняков пограничных отложений аалена-байоса Лабино-Малкинской зоны Северного Кавказа. **Методы исследования** включали петрографическое описание горных пород, определение их химического состава на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) TESCAN VEGA 3 SBU, сбор и определение морских ископаемых. **Результаты исследований.** Установлены закономерности формирования свойств и состава маркирующей литогенной пачки, которая в данном обнажении отнесена к верхам джигиатской свиты ааленского яруса.

Ключевые слова: Ааленский ярус, байосский ярус, известняки, железняки, Северный Кавказ.

Благодарности: *Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-27-00482, https://rscf.ru/project/25-27-00482/.*

Для цитирования: Керимов А-Г.Г., Максимова Н.А., Шерстюков М.П., Мкртчян Л.С., Керимова Е.Г. Определение стратиграфической принадлежности пачки органогенно-обломочных известняков пограничных отложений аалена-байоса Лабино-Малкинской зоны (Северный Кавказ). *Геология и геофизика Юга России*. 2026. 16(3): 104–113. DOI: 10.46698/VNC.2026.24.92.001

DOI: 10.46698/VNC.2026.24.92.001

Original paper

Identification of the stratigraphic position of a bioclastic limestone unit in the Aalenian–Bajocian Boundary Deposits of the Laba-Malka Zone (North Caucasus)

A-G.G. Kerimov[1], N.A. Maksimova[2], M.P. Sherstyukov[1], L.S. Mkrtchyan[1], E.G. Kerimova[1]

[1] North Caucasus Federal University, 1 Pushkin Str., Stavropo l355017, Russian Federation, e-mail: akerimov@ncfu.ru;

[2] National Research Tomsk Polytechnic University, 30 Lenina Ave., Tomsk 634050, Russian Federation

Received: 07.04.2026, revised: 10.08.2026, accepted: 13.08.2026

Abstract: Relevance. The marker horizon of bioclastic limestones, located in the boundary zone of deposits of the Aalenian and Bajocian stages, has been the subject of a long-standing debate among geologists studying the region. Some authors considered it to be the uppermost layer of the Dzhigiat Formation of the Upper Aalenian, while others viewed the crinoid limestones as the basal horizon of a sequence of Bajocian clays and mudstones, corresponding to the underlying Bajocian-Bathonian deposits of the Dzhangur Formation of the Lower Bajocian. The formation patterns and composition of the lithogenic base of the marker member are very important when refining boundary deposits of any age, since the obtained results can significantly change the understanding of sedimentation in this time interval. Elevated contents of rare earth metals were found in the iron ores and phosphorites located below the crinoid limestones. If the crinoid limestone bed belongs to the upper Dzhigiat Formation (Aalenian), it can be considered a protective layer for the closed Aalenian deposits in adjacent areas. This may serve as a search criterion for identifying rare earth metal deposits and will minimize exploration costs. **The aim of this study** was to determine the stratigraphic affiliation of a bioclastic limestone member in the Aalenian-Bajocian boundary deposits of the Labino-Malka zone of the Northern Caucasus. **Research methods** included a petrographic description of the rocks, determination of their chemical composition using a TESCAN VEGA 3 SBU scanning electron microscope (SEM), and the collection and identification of marine fossils. **Results.** Patterns in the formation of the properties and composition of the marker lithogenic member, which in this outcrop is attributed to the upper Dzhigiat Formation of the Aalenian Stage, were established.

Keywords: Aalenian stage, Bajocian stage, limestones, ironstones, North Caucasus.

Acknowledgements: *The study was supported by the Russian Science Foundation No. 25-27-00482, https://rscf.ru/en/project/25-27-00482/.*

For citation: Kerimov A-G.G., Maksimova N.A., Sherstyukov M.P., Mkrtchyan L.S., Kerimova E.G. Identification of the stratigraphic position of a bioclastic Imestone unit in the Aalenian–Bajocian Boundary Deposits of the Laba-Malka Zone (North Caucasus). *Geologiya I Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2026. 16(3): 104–113. DOI: 10.46698/VNC.2026.24.92.001

Введение

Изучаемое обнажение представлено выходом скальной стенки на речной террасе, выше продолжается частично задернованным склоном отрога Передового хребта.

Нижняя часть разреза – аален (рис. 1, поз. 3) относится к верхней части джигиатской свиты [Безносов, 1960], выше располагается толща (не менее 30 м) нижнего байоса (рис. 1, поз. 1), относящаяся к нижней подсвите джангурской свиты [Безносов, 1967]. В базальной части пород байоса залегает пласт известняков 1.2–1.6 м (рис. 1, поз. 2), выделяющийся как «криноидный горизонт» или «бижгонские слои» [Безносов, 1960, 1967]. Эта пачка органогенно-обломочных известняков является объектом длительной дискуссии между геологами, изучавшими рассматриваемый район. Одни считали её верхами джигиатской свиты (аален) [Живаго, 1960; Казакова, 1956], другие рассматривали криноидные известняки как базальный горизонт джангурской свиты нижнего байоса [Кахадзе и др., 1957; Ростовцев, 1959].

Рис. 1. Общий вид обнажения:
1 – нижний байос, 2 – органогенно-обломочные известняки, 3 – нижний-верхний аален /
Fig. 1. General view of the outcrop:
1 – lower Bajocian, 2 – organogenic-clastic limestones, 3 – lower – upper aalen

Данный вопрос является достаточно принципиальным как для изучения трансформации минерального матрикса или цемента, модификации конфигураций ооидов, так и для конкретного биогеохимического цикла осадочной системы в исследуемом обнажении. Наличие слоя криноидных известняков как терминального для отложений ааленских железняков или, наоборот, его отсутствие, в случае принадлежности к байосу может кардинально поменять картину геологических событий регионального или более крупного масштаба. Фациальная изменчивость и структурная сложность территории существенно осложняют стратиграфическое расчленение и корреляцию юрских отложений Северного Кавказа, что обусловливает необходимость применения комплексного подхода. Для уточнения унифицированной региональной стратиграфической схемы требуется детализация дискуссионных аспектов стратиграфии юрских ярусов с учётом разнородных литологических, биостратиграфических и геохронологических данных [Рубан, 2012; Mitta et al., 2018].

В железняках и фосфоритах, расположенных ниже криноидных известняков, было обнаружено повышенное содержание редкоземельных металлов. Сейчас, как известно, фосфориты рассматривают как потенциальные нетрадиционные источники редкоземельных элементов [Kato et al., 2011; Лихошерст, Почиталкина, 2021; Han, 2023]. В случае принадлежности пласта криноидных известняков к верхам джигиатской свиты (аален), можно считать пласт бронирующим для закрытых ааленских отложений на сопредельных площадях, что может послужить поисковым критерием выявления залежей редкоземельных металлов и позволит минимизировать затраты на поисково-разведочные работы.

Методы исследования

При построении генетических моделей оруденения требуется накопить достаточно много информации, используя совокупность различных методов. Это необходимо не только для формирования возможно максимально полной базы данных по разрезу, но и для взаимного контроля результатов. Важнейшими и определяющими инструментами изучения пород, несомненно, являются литологический, геохимический и палеонтологический методы. Такой комплексный подход был применен при установлении закономерностей формирования свойств и состава литогенной основы маркирующей пачки (XI^a-XI^b), которая входит в состав изучаемого обнажения.

Основные литотипы, их текстурно-структурные характеристики, компонентный состав изучены с помощью оптико-микроскопических исследований и сканирующего электронного микроскопа TESCAN VEGA 3 SBU, оснащенного энергодисперсионным детектором OXFORD X-Max 50. Найденные в геологическом разрезе палеонтологические образцы были препарированы и предварительно определены с помощью справочной литературы [Крымгольц, 1961; Ростовцев, 1965; Chandler, 1997].

Результаты исследования

На основе текстурно-структурных и минералого-геохимических особенностей в разрезе выделено несколько кластических и хемогенных осадочных пород: песчаники, железняки, известняки, фосфориты (рис. 2) [Kalinina et al., 2024].

Минеральный состав пород изучаемого разреза указывает на неоднократную смену геохимических обстановок формирования минералов [Ojo et al., 2021; Papazzoni et al., 2022].

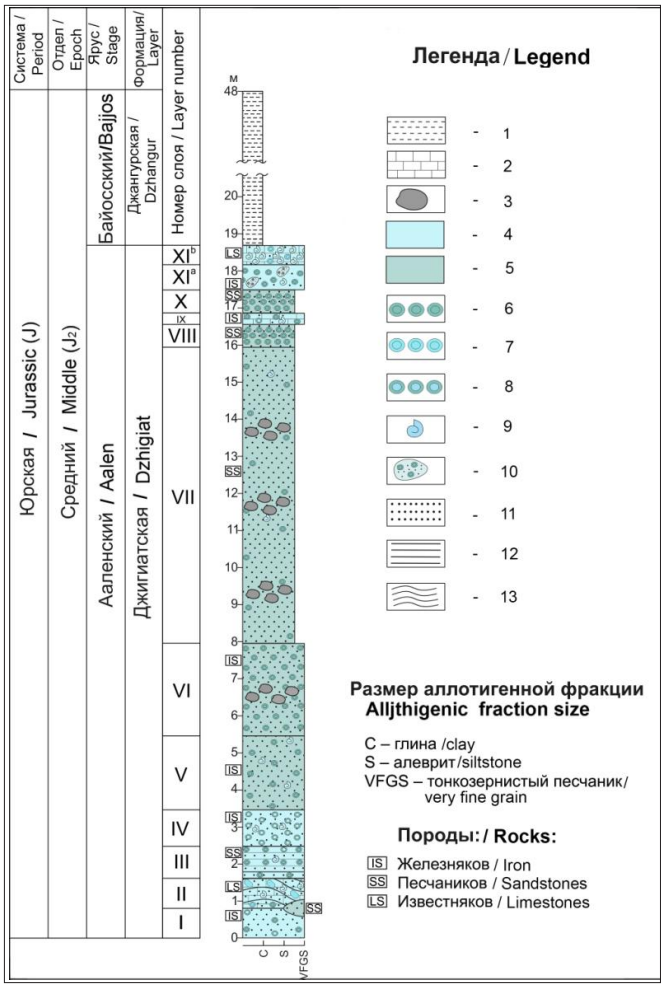

Рис. 2. Литолого-стратиграфическая колонка изучаемого обнажения р. Хуса-Кардоникская. Условные обозначения: 1 – аргиллиты, 2 – известняки, 3 – желваковые фосфориты, 4 – карбонатный цемент, 5 – филлосиликатный матрикс, 6 – глинистые ооиды, 7 – карбонатные ооиды, 8 – глинисто-карбонатные ооиды, 9 – морские фоссилии, 10 – литокласты, 11 – аллотигенная фракция, 12 – параллельная слоистость, 13 – волнистая слоистость /

Fig. 2. Lithostratigraphic log of the Khusa-Kardonikskaya River outcrop. Key: 1 – argillites, 2 – limestones, 3 – nodular phosphorites, 4 – carbonate cement, 5 – phyllosilicate matrix, 6 – clay ooids, 7 – carbonate ooids, 8 – clay-carbonate ooids, 9 – marine fossils, 10 – lithoclasts, 11 – allothigenic fraction, 12 – parallel lamination, 13 – wavy lamination

В результате исследования данного интервала разреза выяснилась следующая картина: для пласта характерна значительная вертикальная и латеральная изменчивость, что отражается в изменении цвета пород и смене структур. И, хотя в основном пласт имеет карбонатный состав, его можно разделить на две различные части. Нижняя часть пласта (XI^{a}) отличается высокой концентрацией хлоритовых ооидов (рис. 3, A) и псевдо-пизоидов (рис. 3, B), представляющих собой литокласты, покрытые хлоритовым кортексом. Также слой XI^{a} отличается повышенной концентрацией железа (Fe – 10,1–20,9%) за счет высокой доли железистых ооидов (рис. 3, A). Вероятно, формирование этой части пласта происходило в условиях активной гидродинамики [Lechte et al., 2024].

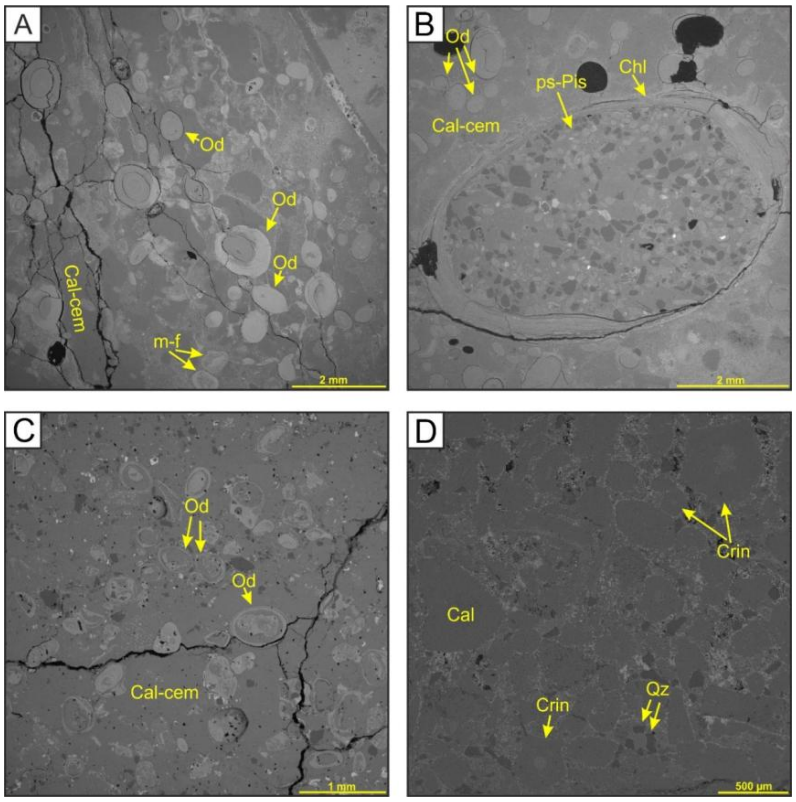

Рис. 3. СЭМ-снимки слоя XI^{a}: (A) нижняя часть слоя с высокой долей хлоритовых ооидов, (B) псевдо-пизоид, представленный литокластом с хлоритовым кортексом в слое XI^{a}, (C) середина слоя, сложенная кальцит-хлоритовыми ооидами с карбонатным цементом, (D) детритовый известняк с зернами кальцита и остатками морской фауны. Cal – кальцит, mf – морская фауна, Crin – фрагменты криноидей, Od – ооид, Ps-pis – псевдо-пизоид, Qz – кварц,Cal-cem – кальцитовый цемент/

Fig. 3. SEM images of the XIa layer: (A) the lower part of the layer with a high proportion of chlorite ooids, (B) a pseudo-pisoid represented by a lithoclast with a chlorite cortex in the XIa layer, (C) the middle of the layer composed of calcite-chlorite ooids with carbonate cement, (D) detrital limestone with grains calcite and the remains of marine fauna. Cal – calcite, mf – marine fauna, Crin – crinoid fragments, Od – ooid, Ps-pis – pseudo-pisoid, Qz – quartz, Cal-cem – calcite cement

В изучаемой пачке XI^{a}-XI^{b} найдены ростры белемнитов, аммониты, брахиоподы и остатки криноидей. Наличие высокой доли железа и содержание в текстуре форменных образований, также связанных с железом, позволяют считать основание маркирующей карбонатной пачки близким к определению ооидовые железняки. По мере подъема вверх по пласту доля и размер ооидов постепенно снижаются, а состав становится более карбонатным (рис. 3, C). Верхняя часть пласта XI^{b} (рис. 3, D) представлена детритовым известняком и содержит обилие остатков криноидей и брахиопод.

Здесь встречаются редкие карбонатные ооиды кальцитового и кальцит-сидеритового состава.

Таким образом, в данном обнажении понятие «криноидные известняки» может трактоваться как маркирующая пачка более сложного состава, где базальная часть сложена ооидными железняками (XI^a), которые неотделимым образом за счет повышения карбонатности состава постепенно переходят в детритовые известняки (XI^b).

Интенсивность наполнения породы фрагментированными остатками иглокожих возрастает снизу вверх и в верхах слоя XI^b часто можно наблюдать массовые скопления рук (брахиоли), табличек чашечек и фрагментов стебля, из которых состоят морские лилии. В подавляющем большинстве это остатки морских лилий отряда Pentacrinida. Непременным условием существования колоний морских лилий, как групп реофильных малоподвижных пассивных фильтраторов, считается минимальное поступление терригенного материала, что может говорить либо об удалении от береговой линии, либо о сглаживании рельефа и его последующей пенепленизации, либо о климатическом факторе (уменьшение осадков). Схожие условия обитания организмов и реконструкция обстановки древнего бассейна приведены для раннеюрских криноидей Крыма [Кликушин, 1988]. Наиболее вероятным нам видится вариант пика ааленской трансгрессии с затоплением источников сноса и последующим перерывом ненакопления (верхняя граница слоя XI^b). Данный цикл с обмелением вверх по разрезу, когда ооидовый известняк неотделимо замещается биокластическим, в нашем случае, криноидным известняком, хорошо известен литологам, изучающим стратиграфическое распределение и условия образования карбонатных толщ [Уилсон, 1980]. Криноидная пачка венчает разрез цикла, что также является косвенным доказательством её принадлежности к нижележащим толщам аалена.

Ооиды и аммониты верхнего аалена (*L. murchisonae ex. gr.*) в разрезе без каких-то видимых следов переотложения переходят из нижележащих пород в маркирующую пачку (слои XI^a–XI^b). Мелкобугристая кровля слоя XI^b со следами ползания представителей бентоса и трещинами усыхания, наоборот, является резкой границей для вышележащих пород джангурской свиты. Оскольчатые аргиллиты (слой XII), в которых нами обнаружены байосские аммониты *Stephanoceras. sp.,* налегают на известняки без каких-либо базальных образований. Данные признаки позволяют считать, что процесс седиментации на границе кровли криноидных известняков и оскольчатых аргиллитов сменил перерыв ненакопления.

Неотделимое замещение криноидными известняками подстилающих ааленских толщ, наличие ооидов во всех нижележащих слоях и самой изучаемой пачке, присутствие непереотложенных определяющих ископаемых верхнего аалена, мелкобугристая кровля, представляющая собой поверхность ненакопления – все это в какой-то мере говорит о генетической связи железняков (XI^a) и криноидных известняков (XI^b) с ааленскими железняками, которые формировались как слоевые системы открытого мелководья [Шишлов, 2010]. В пользу открытого мелководья говорят находки редких некрупных представителей Phylloceratidae и Lytoceratidae. В плане стратиграфии эти аммониты не так значимы, т.к. в большинстве своем являются транзитными, но в плане палеобиологии несут в себе достаточно важную информацию. Представители этих семейств являются жителями открытых океанических просторов и, изучая палеогеографию пограничных отложений, можно говорить не о закрытых ископаемых морях и задуговых бассейнах, а именно о северной открытой окраине ископаемого океана Тетис. Данные таксоны нельзя считать случайными находками в локации, попавшими в прибрежное мелководье во время шторма или принесенными течениями из удаленных от берега участков океана. Известно, что как минимум четыре эволюционные линии литоцератид жили в средней юре в ареалах обитания типичной ааленской и байосской фауны шельфовой зоны [Whicher et al., 2023].

Еще одним важным признаком родства между слоем XI^a и нижележащими слоями является общий источник вещества. Минералогические и геохимические исследования показали, что одним из источников вещества могли выступать гидротермальные флюиды [Kalinina et al., 2024]. Это подтверждается наличием газово-жидких включений в кальцитовом цементе пород, а также повышенным содержанием элементов, характерных для гидротермальных систем (Pb, Zn, Ba, Sb), и особых минералов (галенит, сфалерит, арсенопирит, аргентотетраэдрит, самородное серебро, коронадит).

Флюидные включения, обнаруженные в различных слоях разреза, вероятно, являются постмагматическими флюидами, связанными с внедрением Маринского субвулканического комплекса в ранней юре [Семенуха и др., 2021]. Это внедрение сопровождалось гидротермальным метасоматозом, который в свою очередь обусловил полиметаллическую минерализацию и баритовые проявления в 35 км к востоку от изучаемого разреза, где одна из наиболее устойчивых групп золотоносной минерализации (золото-серебро-сурьма-мышьяк) ассоциируется с нижне-среднеюрскими терригенными породами [Парада, 2017].

Обнаружение газово-жидких включений в слоях II, III и XI^a, а также наличие самородного серебра как в цементе песчаников подлежащих слоев, так и в железняках слоя, являются дополнительным подтверждением генетического родства между слоем XI^a и его подстилающей толщей аалена.

Выводы

Криноидные известняки, которые в данном обнажении трактуются нами как пачка в составе железняков (слой XI^a) и органогенно-обломочных известняков (слой XI^b), неотделимо без видимой границы замещают нижележащие ааленские толщи. Мелкобугристая кровля слоя XI^b со следами ползания представителей бентоса и трещинами усыхания, наоборот, является резкой границей для вышележащих пород джангурской свиты.

Аммониты *L. murchisonae ex. gr,* обнаруженные в маркирующей пачке (слои XI^a–XI^b), не имеющие следов переотложения, являются определяющими для зоны верхнего аалена – *Ludwigia murchisonae* (Sowerby).

Наличие единого источника вещества позволяет с большой долей уверенности говорить о том, что породы разреза вместе с маркирующей пачкой (слои XI^a–XI^b) формировались в пределах ааленского яруса без перерыва условий осадконакопления.

На основании вышеизложенного пачка в составе железняков (слой XI^a) и органогенно-обломочных известняков (слой XI^b) в изучаемом обнажении отнесена к верхам джигиатской свиты ааленского яруса.

Литература

1. Безносов Н.В. Байосские и батские отложения Северного Кавказа // Труды ВНИИГаз. – 1967. – Вып. 28/36. – 179 с.

2. Безносов Н.В. Материалы по биостратиграфии верхнебайоско-батских отложений Северного Кавказа // Труды ВНИИГаз. – 1960. – Т. 10. № 18. – С. 226–253.

3. Живаго Н.В. Материалы к стратиграфии нижне- и среднеюрских отложений, развитых на территории междуречья Кубани и Урупа // Труды ВНИИГаз. – 1960. – Т. 10. № 18. – С. 109–191.

4. Казакова В.П. К стратиграфии юрских отложений Дагестана // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. – 1956. – Т. 31. Вып. 6. – С. 103–114.

5. Кахадзе И.Р., Цагарели А.Л., Нуцубидзе К.Ш., Зесашвили В.И. Нижне- и среднеюрские отложения западной части Северного Кавказа и их сопоставление с аналогичными отложениями Грузии // Труды геологического института АН ГССР. – 1957. – Т. 10(15). – С. 28–35.

6. Кликушин В.Г. О триасовых и раннеюрских криноидеях Крыма // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. – 1988. – Т. 63. – С. 71–79.

7. Крымгольц Г.Я. Аммониты нижне- и среднеюрских отложений Северного Кавказа. Ленинград: Изд-во Ленинградского Университета, 1961. – 166 с.

8. Лихошерст А.Е., Почиталкина И.А. Количественное определение редкоземельных металлов в фосфатном сырье // Успехи в химии и химической технологии. – 2021. – Т. 35. № 6. – С. 56–58.

9. Парада С.Г. Перспективные типы месторождений и рудопроявлений золота юга России // Геология и геофизика Юга России. – 2017. – № 1. – С. 57–72. DOI: 10.23671/VNC.2017.1.9479.

10. Ростовцев К.О. Аммониты верхнего тоара Западного Кавказа. / В кн.: Фауна, стратиграфия и литология мезозойских и кайнозойских отложений Краснодарского края (Труды КФ ВНИИ). – Л.: Недра, 1965. – С. 50–111.

11. Ростовцев К.О. О базальных образованиях байоса бассейнов рек Зеленчук и Кубань // Доклады Академии наук СССР. – 1959. – Т. 126. № 6. – С. 1396–1398.

12. Рубан Д.А. Видовое разнообразие рода Dumortieria (Graphoceratidae, Ammonoidea) в верхнетоарских отложениях Большого Кавказа // Вестник Дагестанского научного центра. – 2012. – № 45. – С. 20–22.

13. Семенуха И.Н., Черных В.И., Соколов В.В. и др. Государственная геологическая карта РФ. Объяснительная записка. Масштаб 1:200 000. Серия Кавказская. Лист K-37-VI, (XII). / Ред. А.Н. Письменный. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2021. – 226 с.

14. Уилсон Дж.Л. Карбонатные фации в геологической истории / пер. с англ. А.С. Арсанова и др. – М.: Недра, 1980. – 463 с.

15. Шишлов С.Б. Структурно-генетический анализ осадочных формаций. – СПб.: ЛЕМА, 2010. – 276 с.

16. Chandler R.B. The graphoceratid ammonite succession in the aalenian and lowest bajocian (Middle Jurassic) at Horn Park, Dorset, UK // Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society. – 1997. – Vol. 118. – pp. 85–106.

17. Han K., Han Z., Garzanti E., Zhu S., Yao H., Guo H., Liu X., Wang C. Middle Jurassic ooidal ironstones (southern Tibet): Formation processes and implications for the paleoceanography of eastern Neo-Tethys // Frontiers in Earth Science. – 2023. – Vol. 10. – Art. No. 1055957. DOI: 10.3389/feart.2022.1055957.

18. Kalinina N., Maximov P., Molukpayeva D., Sherstyukov M., Kerimov A.-G., Rudmin M. Depositional palaeoenvironment of the Middle Jurassic (Aalenian) ooidal ironstones in Labino-Malkin zone (north-western Caucasus) // Marine and Petroleum Geology. – 2024. – Vol. 162(5). – Art. No. 106744. DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2024.106744.

19. Kato Y., Fujinaga K., Nakamura K. et al. Deep-sea mud in the Pacific Ocean as a potential resource for rare-earth elements // Nature Geoscience. – 2011. – Vol. 4. – pp. 536–539. DOI: 10.1038/ngeo1185.

20. Lechte M., Halverson G., Wallace M., Gibson T., Hood A.V.S., Wang C.L., Bui T.H., Maloney K., Millikin A. Oolitic ironstones, continental iron flux and reverse weathering in the Proterozoic Eon: Insights from the Tonian Katherine Group, Yukon // Earth-Science Reviews. – 2024. – Vol. 253(3). – Art. No. 104790. DOI: 10.1016/j.earscirev.2024.104790.

21. Mitta V.V., Schweigert G., Sherstyukov M.P., Dietze V. First find of aptychi of Leioceras and Bredyia (Ammonoidea, Hildoceratoidea) in the Aalenian of Northern Caucasus, Russia // Palaontologische Zeitschrift. – 2018. – Vol. 92. Issue 4. – pp. 605–615. DOI: 10.1007/s12542-018-0416-6.

22. Ojo O.J., Bamidele T.E., Adepoju S.A., Akande S.O. Genesis and paleoenvironmental analysis of the ironstone facies of the Maastrichtian Patti Formation, Bida Basin, Nigeria // Journal of African Earth Sciences. – 2021. Vol. 174. – Art. No. 104058. DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2020.104058.

23. Papazzoni C.A., Cavalazzi B., Franca Brigatti M., Filipescu S., Foucher F., Medici L., Westall F., Ferretti A. The significance of iron ooids from the middle Eocene of the Transylvanian Basin, Romania // Gondwana Research. – 2022. – Vol. 111. – pp. 64–75.

24. Whicher J., Chandler R.B., Hoffman R. Lytoceratid ammonites from the Inferior Oolite Formation (Middle Jurassic, Aalenian and Bajocian) of Dorset (United Kingdom) // Proceedings of the Geologists' Association. – 2023. – Vol. 134 Issue 2. – pp. 216–245.

References

1. Beznosov N.V. Bajocian and Bathonian deposits of the Northern Caucasus. Proceedings of VNIIGAZ. 1967. Issue 28/36. 179 p. (In Russ.)

2. Beznosov N.V. Materials on the biostratigraphy of the Upper Bajocian-Bathonian deposits of the Northern Caucasus. Proceedings of VNIIGAZ. 1960. Vol. 10. No. 18. pp. 226–253. (In Russ.)

3. Zhivago N.V. Materials on the stratigraphy of the Lower and Middle Jurassic deposits developed in the Kuban and Urup interfluve. Proceedings of VNIIGAZ. 1960. Vol. 10. No. 18. pp. 109–191. (In Russ.)

4. Kazakova V.P. On the stratigraphy of Jurassic deposits of Dagestan. Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Geological Department. 1956. Vol. 31. Issue 6. 1956. pp. 103–114. (In Russ.)

5. Kakhadze I.R., Tsagareli A.L., Nutsubidze K.Sh., Zesashvili V.I. Lower and Middle Jurassic deposits of the western part of the North Caucasus and their comparison with similar deposits of Georgia. Proceedings of the Geological Institute of the Academy of Sciences GSSR. 1957. Vol. 10(15). pp. 28–35. (In Russ.)

6. Klikushin V.G. On the Triassic and Early Jurassic crinoids of Crimea. Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Geological Department. 1988. Vol. 63. pp. 71–79. (In Russ.)

7. Krymgolts G.Ya. Ammonites of the lower and middle Jurassic deposits of the North Caucasus. Leningrad. Leningrad University. 1961. 166 p. (In Russ.)

8. Likhosherst A.E., Pochitalkina I.A. quantitative determination of rare Earth metals in phosphate raw materials. Advances in Chemistry and Chemical Technology. 2021. Vol. 35. No. 6. pp. 56–58. (In Russ.)

9. Parada S.G. Promising Types of Gold Deposits and Ore Occurrences in Southern Russia. Geology and Geophysics of Russian South. 2017. No. 1. pp. 57–72. DOI: 10.23671/VNC.2017.1.9479. (In Russ.)

10. Rostovtsev K.O. Ammonites of the Upper Toarcian of the Western Caucasus. In: Fauna, Stratigraphy, and Lithology of Mesozoic and Cenozoic Deposits of Krasnodar Krai (Proceedings of the KF VNII). Leningrad. Nedra. 1965. pp. 50–111. (In Russ.)

11. Rostovtsev K. O. On the Bajocian basal formations of the Zelenchuk and Kuban River basins. Doklady Earth Sciences USSR. 1959. Vol. 126. No. 6. pp. 1396–1398. (In Russ.)

12. Ruban D.A. Species diversity of the genus Dumortieria (Graphoceratidae, Ammonoidea) in the Upper Toarcian deposits of the Greater Caucasus. Bulletin of the Dagestan Scientific Center. 2012. No. 45. pp. 20–22. (In Russ.)

13. Semenukha I.N., Chernykh V.I., Sokolov V.V. et al. State Geological Map of the Russian Federation. Explanatory Note. Scale 1:200,000. Caucasian Series. Sheet K-37-VI, (XII). Ed. A.N. Pismenny. Saint Petersburg. VSEGEI. 2021. 226 p. (In Russ.)

14. Wilson J.L. Carbonate facies in geological history. In: trans. from English by A.S. Arsanova et al. Moscow. Nedra. 1980. 463 p. (In Russ.)

15. Shishlov S.B. Structural and genetic analysis of sedimentary formations. Saint Petersburg. LEMA. 2010. 276 p. (In Russ.)

16. Chandler R.B. The graphoceratid ammonite succession in the aalenian and lowest bajocian (Middle Jurassic) at Horn Park, Dorset, UK. Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society. 1997. Vol. 118. pp. 85–106.

17. Han K., Han Z., Garzanti E., Zhu S., Yao H., Guo H., Liu X., Wang C. Middle Jurassic ooidal ironstones (southern Tibet): Formation processes and implications for the paleoceanography of eastern Neo-Tethys. Frontiers in Earth Science. 2023. Vol. 10. Art. No. 1055957. DOI: 10.3389/feart.2022.1055957.

18. Kalinina N., Maximov P., Molukpayeva D., Sherstyukov M., Kerimov A.-G., Rudmin M. Depositional palaeoenvironment of the Middle Jurassic (Aalenian) ooidal ironstones in Labino-Malkin zone (north-western Caucasus). Marine and Petroleum Geology. 2024. Vol. 162(5). Art. No. 106744. DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2024.106744.

19. Kato Y., Fujinaga K., Nakamura K. et al. Deep-sea mud in the Pacific Ocean as a potential resource for rare-earth elements. Nature Geoscience. 2011. Vol. 4. pp. 536–539. DOI: 10.1038/ngeo1185.

20. Lechte M., Halverson G., Wallace M., Gibson T., Hood A.V.S., Wang C.L., Bui T.H., Maloney K., Millikin A. Oolitic ironstones, continental iron flux and reverse weathering in the Proterozoic Eon:

Insights from the Tonian Katherine Group, Yukon. Earth-Science Reviews. 2024. Vol. 253(3). Art. No. 104790. DOI: 10.1016/j.earscirev.2024.104790.

21. Mitta V.V., Schweigert G., Sherstyukov M.P., Dietze V. First find of aptychi of Leioceras and Bredyia (Ammonoidea, Hildoceratoidea) in the Aalenian of Northern Caucasus, Russia. Palaontologische Zeitschrift. 2018. Vol. 92. Issue 4. pp. 605–615. DOI: 10.1007/s12542-018-0416-6.

22. Ojo O.J., Bamidele T.E., Adepoju S.A., Akande S.O. Genesis and paleoenvironmental analysis of the ironstone facies of the Maastrichtian Patti Formation, Bida Basin, Nigeria. Journal of African Earth Sciences. 2021. Vol. 174. Art. No. 104058. DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2020.104058.

23. Papazzoni C.A., Cavalazzi B., Franca Brigatti M., Filipescu S., Foucher F., Medici L., Westall F., Ferretti A. The significance of iron ooids from the middle Eocene of the Transylvanian Basin, Romania. Gondwana Research. 2022. Vol. 111. pp. 64–75.

24. Whicher J., Chandler R.B., Hoffman R. Lytoceratid ammonites from the Inferior Oolite Formation (Middle Jurassic, Aalenian and Bajocian) of Dorset (United Kingdom). Proceedings of the Geologists' Association. 2023. Vol. 134. Issue 2. pp. 216–245.