



## 300 лет Российской академии наук 300 years of Russian Academy of Sciences

УДК 553.04:069.02:5 (470.13)

DOI: 10.19110/geov.2024.7.4

### Репрезентативность фондов Геологического музея им А. А. Чернова для изучения бокситообразования на Тимане

Л. Р. Жданова, И. С. Астахова

Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар  
zhdanova@geo.komisc.ru, astakhova@geo.komisc.ru

В Геологическом музее им. А. А. Чернова собрана представительная коллекция, характеризующая процессы бокситообразования на Тимане. В фондах насчитывается 12 соответствующих коллекций объемом 871 единица хранения, проанализирована история комплектования фондов. Собрание музея позволяет полноценно охарактеризовать литологический и минеральный состав, проследить ход формирования месторождений от материнских пород до развития по ним профиля выветривания с образованием латеритной зоны бокситов. Охарактеризованы минеральные типы бокситов, парагенезис аксессуарных минералов в них. Выявлено, что данные по музейным образцам только на 40 % отражают полный кадастр слагающих бокситы минералов. Сделан прогноз результатов новых исследований музейных коллекций, способных значительно расширить знания о процессах бокситообразования.

**Ключевые слова:** бокситы, минералогия, месторождения, Тиман, музей, фонды

### Representativeness of the funds of the A. A. Chernov Geological Museum for the study of bauxite formation on Timan

L. R. Zhdanova, I. S. Astakhova

Institute of Geology FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The A. A. Chernov Geological Museum compiled a representative collection characterizing the processes of bauxite formation in Timan. The funds include 12 corresponding collections with a volume of 871 storage units; the history of acquisition of the funds has been analyzed. The museum collection allows fully characterizing the lithological and mineral composition, tracing the formation of deposits from source rocks to the development of a weathering profile along them with the formation of the laterite zone of bauxite. The mineral types of bauxites and the paragenesis of accessory minerals in them are characterized. It was revealed that only 40% of museum collections reflect the complete inventory of the minerals that make up bauxite. A forecast of the results of new studies of museum collections is made, which can significantly expand knowledge about the processes of bauxite formation.

**Keywords:** bauxite, mineral types, deposits, Timan, museum, funds

#### Введение

В связи с возрастающим интересом современных исследователей к собранию геологических коллекций в фондах музеев приобретают актуальность новая информация о структуре, качественном и количественном составе коллекционных образцов, научное совершенствование музейных экспозиций для более глубокого понимания геологических процессов и повышения качества геологического образования. Большое значение имеют монографические описания коллекций в опубликованных научных работах, поскольку на таких описаниях учатся молодые исследователи и их используют организаторы тематических выставок. Музейные коллекции имеют также мемориальное значение, материально демонстрируя историю открытия и изучения месторождений в течение многих десяти-

летий научными сотрудниками в стенах одного учреждения.

Целью данной статьи является оценка представительности фондов Геологического музея им. А. А. Чернова на примере продуктов бокситообразования на Тимане, прогноз перспективы их исследований с использованием современных аналитических методов и разработки новых приемов экспонирования геологических материалов.

#### Краткая история открытия и изучения бокситов Тимана

Открытие промышленных залежей бокситовых месторождений на Южном и Среднем Тимане пришлось на 1970–80-е годы, но этому событию предше-

**Для цитирования:** Жданова Л. Р., Астахова И. С. Репрезентативность фондов Геологического музея им А. А. Чернова для изучения бокситообразования на Тимане // Вестник геонаук. 2024. 7(355). С. 32–40. DOI: 10.19110/geov.2024.7.4

**For citation:** Zhdanova L. R., Astakhova I. S. Representativeness of the funds of the A. A. Chernov Geological Museum for the study of bauxite formation on Timan. Vestnik of Geosciences, 2024, 7(355), pp. 32–40, doi: 10.19110/geov.2024.7.4



ствовал долгий период изучения в этом регионе палеозойских кор выветривания, продуктов их переотложения и глиноземсодержащих пород.

История открытия тиманских бокситов началась с обнаружения Б. А. Лихаревым в 1929 г. в верхнем течении р. Вычегды (Южный Тиман) глинистых пород с содержанием глинозема до 39.28 мас. %. На Среднем Тимане похожие глины были обнаружены в 1933 г. (Плякин, Лысов, Лушков, 2003; Минин, 2018). Однако все эти находки большого интереса у геологов не вызвали, так как кремниевый модуль в них оказался низким. В те годы алюминиевая промышленность СССР была полностью обеспечивалась импортным сырьем. Тем не менее на Второй геологической конференции Коми АССР в 1944 г. проф. А. А. Черновым была выдвинута идея о целесообразности поисков бокситов на Тимане: *«Третьей, но очень отдаленной проблемой нам рисуются поиски алюминиевых руд и создание соответствующей промышленности. Эти руды, главным образом бокситы, есть основания искать и на Урале и, может быть, еще больше на Тимане»* (Чернов, 1947, с.28). Кондиционные бокситы на Южном Тимане были обнаружены геологами Ухтокомбината уже в 1949 г. в керне опорной скв. № 1-Зеленец, пробуренной в нижнекаменноугольных терригенных отложениях. Это послужило основанием для организации специализированных поисковых работ на бокситы. В 1954–1957 гг. соответствующие научно-исследовательские и поисково-оценочные работы проводились соответственно партией ВИМС и Южно-Тиманской партией Северо-Западного геологического управления под руководством В. И. Горского-Кручинина (Беляев, Яцкевич, Швецова, 1997). Но результаты этих работ были признаны отрицательными, перспективы на бокситы они не продемонстрировали, хотя несколько бокситопроявлений при этом было выявлено.

С начала 1960-х годов начался новый этап изучения бокситоносности Тимана. На Южном Тимане проводились работы Ухтинской ГРЭ, в ходе которых были открыты пять промышленных месторождений бокситов — Тимшерское, Пузлинское, Эжвадорское, Верхневольское и Черское. Впоследствии к исследованиям бокситопроявлений на Тимане были привлечены многие отечественные организации и предприятия. Научные исследования проводили сотрудники ИГЕМ АН СССР (В. А. Калюжный и В. Н. Демин), Ухтинского индустриального института (О. С. Кочетков, Э. Я. Яхнин), ВИМС (О. В. Шумов, И. В. Нижний) и др. Южный Тиман в эти годы считался одним из перспективных на бокситы районов страны.

Первые находки кондиционных бокситов на Среднем Тимане были сделаны в 1970 г. при картировании Четлаской структуры коллективом геологов Ухтинской ГРЭ. Из шурфа № 4 на Верхневорыквинской площади была отобрана проба длиной 1.2 м, которая показала содержание в ней глинозема 41.51 % при значении кремниевого модуля 5.42 (Плякин, 2009). С 1972 года в этом районе УГРЭ начала проводить планомерные поиски бокситов, которые привели к открытию Вежаю-Ворыквинского месторождения. Большая заслуга в последовавшем открытии Верхнешугорского, Восточного, Заостровского, Володинского и Светлинского месторождений принадлежит геологам В. П. Абрамову, Г. П. Гуляеву, В. А. Зинченко, В. А. Лебе-

деву, И. Ф. Любинскому, Ю. М. Лысову, В. М. Пачукову, А. М. Плякину (Абрамов и др., 1974). Это позволило определить Средний Тиман как важнейший бокситорудный район в СССР. Изучением бокситов Среднего Тимана активно занимались ряд научно-исследовательских институтов и вузов (ИГЕМ, ВИМС, ВСЕГЕИ, Всесоюзный алюминиево-магниевого институт (в настоящее время АО «Русал-ВАМИ»).

В эти же годы к процессу исследований бокситоносности Тимана подключился Институт геологии Коми филиала АН СССР. В 1966–1970 гг. в планы работы Института геологии была включена тема «Палеозойские коры выветривания Тимана и связанные с ними полезные ископаемые» с разделом «Минералогия и генезис бокситов Южного Тимана». В рамках этой темы фундаментальные и прикладные исследования бокситообразования проводили В. В. Беляев, В. Е. Закруткин, Э. С. Щербаков и И. В. Швецова. Начиная с 1965 г. под руководством В. В. Беляева изучались геология, минералого-геохимический состав, закономерности формирования и размещения бокситоносных кор выветривания и связанных с ними небокситовых высокоглиноземистых пород на Южном и Среднем Тимане (Фишман, 2000). Примечательным является тот факт, что В. В. Беляев является соавтором первой научной публикации о тиманских бокситах как латеритных (Колокольцев и др., 1971). Позже В. В. Беляевым и его коллегами было опубликовано более восьмидесяти работ, заложивших основу современных знаний о промышленной бокситоносности Тиманского региона.

В течение многих лет исследованием минералогии и геохимии тиманских бокситов занимались И. В. Швецова и В. В. Лихачев (Лихачев, 1978; Беляев и др., 1983; Лихачев, Швецова, 1990). Большой вклад в литолого-геохимическое изучение бокситоносных кор выветривания на Южном Тимане внесли сотрудники Института геологии Коми ФАН СССР В. Е. Закруткин и С. В. Колесников (Бушинский, Закруткин, 1978). В последние годы минералого-технологическими исследованиями бокситов Тимана в связи с оптимизацией их промышленного освоения занимались О. Б. Котова, А. В. Вахрушев и И. Н. Размыслов (Вахрушев, Котова, 2009; Котова и др., 2016; Razmyslov et al., 2019).

### **Коллекция бокситов Тимана в фондах Геологического музея им. А. А. Чернова**

Динамика поступления коллекций бокситов в фонды Геологического музея им. А. А. Чернова перекликается с историей изучения и освоения бокситовых месторождений Тимана — накопление образцов бокситов и вмещающих их пород шло в течение нескольких десятилетий. Среди соответствующих монографических коллекций музея материалы Вячеслава Васильевича Беляева занимают особое место. По учетной записи «Книги поступлений коллекций в музейные фонды» первая монографическая коллекция бокситов была передана В. В. Беляевым еще в 1973 году, будучи привязанной к его диссертационной работе на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук «Визейские бокситы Южного Тимана, их минералогия и генезис». На следующий год в фонды музея поступила коллекция В. Е. Закруткина — также после защиты диссертационной работы «Геохимия титана и

малых элементов в бокситах Южного Тимана». В 1975 году коллектив авторов, в который входили В. В. Беляев, В. Е. Закруткин и С. В. Колесников, подвели итоги по изучению месторождений южнотиманских бокситов. В фонды музея с материалами их научного отчета была передана коллекция бокситов с карьеров и шахт Северо-Уральского бокситового района. Позднее данные материалы были дополнены коллекцией В. В. Лихачева и В. В. Беляева с месторождения Красная Шапочка (Северный Урал). С 1970-х годов В. В. Беляев, В. В. Лихачев и И. В. Швецова передавали коллекции с месторождений Среднего Тимана. В связи с формированием отдельных экспозиций для демонстрации результатов бокситообразования на Тимане в зале «Полезных ископаемых» музея стали организовывать выставочные коллекции с крупными, представительными образцами.

На сегодняшний момент в фондах насчитывается 12 коллекций объемом 871 единица хранения. Основная часть собрания характеризует бокситовые месторождения Среднего Тимана — Заостровское, Володинское, Светлинское, Верхнешугорское, Вежаю-Ворыквинское; частично охарактеризованы бокситы южнотиманских

месторождений и проявлений — Северной, Западной, Тимшерской залежей и Верхнеухтинского месторождения (рис. 1).

Известно, что в бокситах Среднего Тимана содержания основных оксидов довольно сильно варьируются (мас. %):  $Al_2O_3$  — 34–76;  $SiO_2$  — 1.5–21;  $Fe_2O_3$  — 2–40;  $TiO_2$  — 2–4.6. Значения кремниевого модуля ( $Al_2O_3/SiO_2$ ) колеблются в пределах 2.1–50. Соответственно, бокситы непостоянны и по минеральному составу (Беляев, 1976; Беляев и др., 1983; Беляев, 1997). В музейном фонде собраны все их минеральные типы, определенные в соответствии с классификацией, разработанной в ИГЕМ АН СССР (Сапожников, 1974): гематит-бёмитовый; гематит-шамозит-бёмитовый; шамозит-бёмитовый; гематит-каолинит-бёмитовый. Кроме того, в музейной коллекции представлены мономинеральные (бёмитовая, диаспоровая) и промежуточная бёмит-диаспоровая разновидности бокситов (табл. 1).

Гематит-бёмитовый минеральный тип бокситов наиболее широко распространен на Среднем Тимане, особенно в Вежаю-Ворыквинском месторождении. Бокситы этого типа — красные и красно-бурые, марки и немарки, по текстурно-структурным свойствам

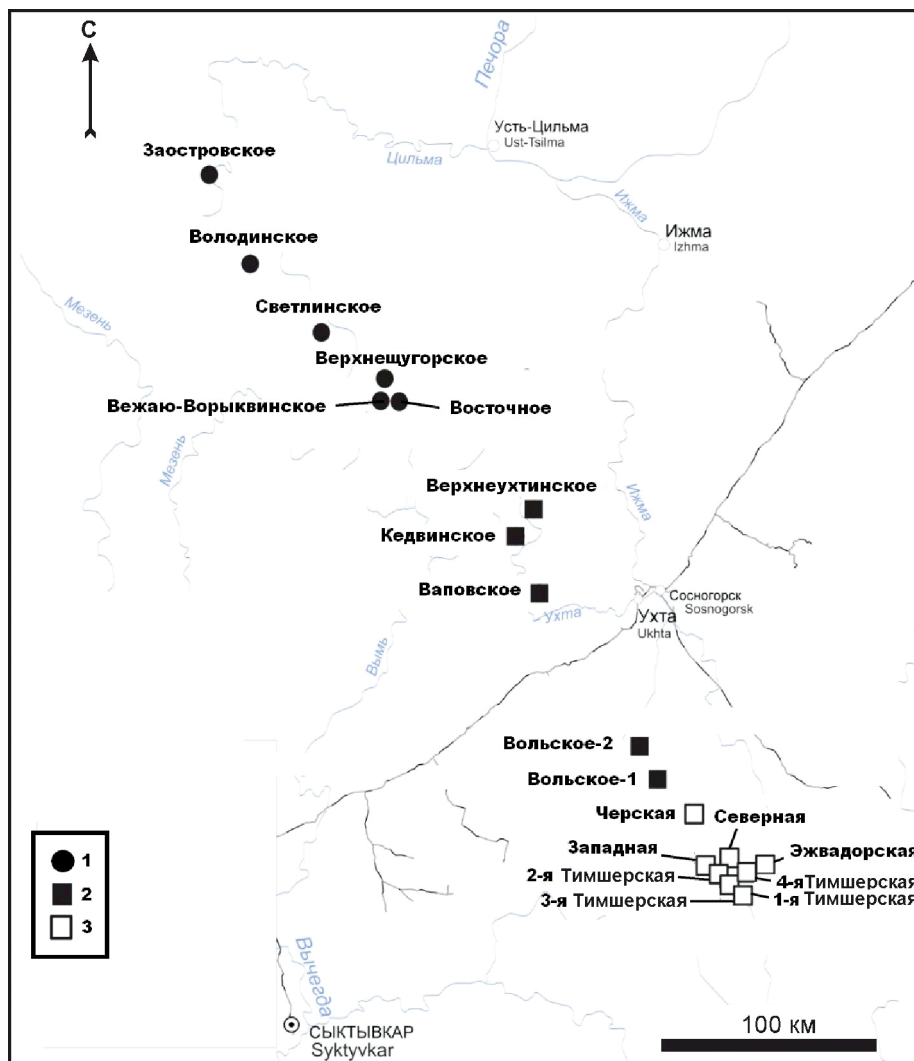


Рис. 1. Схема расположения бокситовых месторождений, коллекции бокситов которых представлены в музее: 1 — Среднетиманские месторождения латеритных бокситов, 2 — Южнотиманские месторождения латеритных бокситов, 3 — Южнотиманские залежи осадочного типа

Fig. 1. Scheme of the location of bauxite deposits from which the museum has bauxite collections: 1 — Central Timan deposits of laterite bauxite, 2 — South Timan deposits of laterite bauxite, 3 — South Timan deposits of sedimentary type



Таблица 1. Минеральные типы бокситов Тимана (Беляев и др., 1997)

Table 1. Mineral types of Timan bauxite (Belyaev et al., 1997)

Типы Type	Гематит-бёмитовый Hematite-boehmite	Гематит-шамозит-бёмитовый Hematite-chamosite-boehmite	Шамозит-бёмитовый Chamosite-boehmite	Гематит-каолинит-бёмитовый Hematite-kaolinite-boehmite	Бёмитовый (бёмита 85%) Boehmite (boehmite 85%)	Диаспоровый Diasporic
Месторождение, полевой номер Deposit, field number	Вежаю-Ворыквинское, Vezhayu-Vorykvinskoye 575-9	Вежаю-Ворыквинское, Vezhayu-Vorykvinskoye 577-28	Вежаю-Ворыквинское, Vezhayu-Vorykvinskoye 527-13	Вежаю-Ворыквинское, Vezhayu-Vorykvinskoye 582-10	Верхне-щугорское, Verkhne-shchugorskoye 3205/255	Восточное Eastern
Музейный номер Museum number	553/161	633/15	633/20	553/163	633/24	666/441
SiO <sub>2</sub>	5.30	10.68	12.20	13.44	0.98	6.10
TiO <sub>2</sub>	2.9	2.50	2.60	2.40	2.60	2.75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	41.56	46.07	46.24	42.57	57.08	48.41
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ	37.28	24.80	30.42	27.68	25.91	29.01
CaO	0.62	0.34	0.28	0.28	0.18	0.66
S <sub>общ</sub>	0.02	0.016	0.03	13.23	не обн. not detected	не обн. not detected
ППП / LOI	9.57	12.97	15.16	0.01	»	11.71
Кремниевый модуль Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub> Silicon module	7.84	4.31	3.79	3.17	58.24	7.94

преимущественно брекчиево-обломочные и пелитоморфные со средними значениями кремниевого модуля в пределах 7–8 (рис. 2, а). Второй по распространенности тип бокситов — гематит-шамозит-бёмитовый (рис. 2, б). Он характеризуется высокой плотностью, неравномерно-красным цветом, иногда с желто-зелено-коричневыми пятнами. Его относят к относительно низкомодульным бокситам с содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 34–52 мас. % и более высоким содержанием железа. Менее распространенным на среднетиманских месторождениях является шамозит-бёмитовый тип бокситов (рис. 2, в). Он более плотный, «каменистый», отличается более блеклой окраской с участками красного, желтого, зеленого, коричневого цвета. Значения кремниевого модуля у этого типа бокситов варьируют в пределах 2.1–3.4. Наиболее редко встре-

чаются низкомодульные бокситы гематит-каолинит-бёмитового типа. Особую группу составляют маложелезистые «белые» бокситы бёмитового состава в Северо-Щугорской залежи (рис. 2, d). Количество глинозема в них достигает 78 мас. % при содержании оксидов кремния и железа на уровне первых процентов (Беляев, 2009).

Бокситы Южного Тимана имеют осадочное происхождение, будучи приуроченными к терригенной толще визейского яруса нижнего карбона, сложенной различными фациями осадков — делювиальной, ближнекарстовой, озерно-болотной, аллювиальными русловой и пойменной. На Тимшерском, Пузлинском и Вольском месторождениях преобладают белые аргиллитовидные и бобовые бокситы каолинит-бёмитового состава. Минеральный состав бокситов Кедвинского

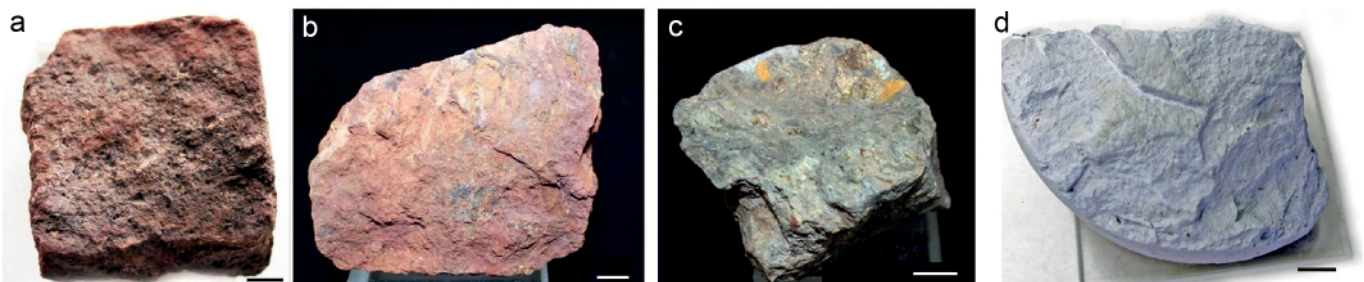


Рис. 2. Минеральные типы среднетиманских бокситов: а — гематит-бёмитовый, № 553/161; б — гематит-шамозит-бёмитовый, № 633/15; в — шамозит-бёмитовый боксит, № 633/20; д — бёмитовый, № 633/24. Масштабная линейка — 1 см

Fig. 2. Mineral types of Central Timan bauxites: а — hematite-boehmite, No. 553/161; б — hematite-chamosite-boehmite, No. 633/15; в — chamosite-boehmite bauxite, No. 633/20; д — boehmite, No. 633/24. Scale bar — 1 cm

месторождения преимущественно каолинит-гипбситовый (Верхнеухтинская залежь) и каолинит-бёмит-гипбситовый (Ваповская залежь). Эти бокситы относят к низкосортным рудам (Беляев, 1974). В коллекциях музея представлены южнотиманские бокситы следующих литологических типов: аргиллитовидного, каменистого, сухаристого, рыхлого (землистого), конкреционного (оолитовые и бобовые), обломочного (пелитоморфные, конгломератовидные, брекчиевидные) и смешанного (оолито-бобово-обломочные).

Наиболее широко распространены на Южном Тимане аргиллитовидные бокситы с пелитоморфным строением (рис. 3, а), реже встречаются аргиллитовые бокситы мелкобобового строения (Беляев, 1974). В музейных фондах такие бокситы представлены образцами с Западной и Северной залежей Южного Тимана. Не имеющие широкого распространения сухаристые и каменистые разновидности бокситов (рис. 3, б, с) представлены образцами с Северной залежи Южного Тимана и Вежаю-Ворыквинского месторождения Среднего Тимана. Под четвертичными отложениями чаще всего встречается рыхлая или землистая литологическая разновидность боксита.

В музейных коллекциях представлены бокситы с бобово-обломочной, брекчиевидно-обломочной вплоть до брекчиевидной текстурами (рис. 4, а, б), характерными как для делювиальных (осадочных), так и для карстовых (гипергенных) обстановок. По мнению специалистов, определить латеритную природу брекчиевидных бокситов особенно сложно (Беляев и др., 1976). О ней может свидетельствовать неправильная и остроугольная форма обломков, не подверженных какой-

либо сортировке. В переотложенных бокситах обломки в той или иной мере хорошо окатаны и имеют округлую форму. Кроме того, осадочные бокситы чаще всего обладают пелитоморфной структурой (рис. 4, с).

Много лет исследованиями минералогии и геохимии среднетиманских бокситов занималась Ирина Владимировна Швецова. Именно она выявляла и изучала акцессорные минералы в бокситах и подстилающих их породах, определяла и анализировала их парагенезисы и парастерезисы. В результате было установлено, что в бокситоматеринские субстраты входили сланцево-доломитовые породы, сложенные обломочными, метаморфогенными и метасоматическими минералами, реликтивно сохранившимися в бокситах (Швецова, 1979; Лихачев, Швецова, 1990). Обнаружение в бокситах Верхнешугорского месторождения Cu-Co-Ni-As-сульфидов позволило предположить наличие в составе выветривающихся субстратов соответствующих минерализаций.

Музейный кадастр акцессорных минералов из среднетиманских бокситовых месторождений включает 36 минералов, что соответствует только 44 % полного кадастра соответствующих минералов (табл. 2). Коллекция представляет собой набор монофракций минералов, которые в разной степени характеризуют генетические ассоциации акцессорных минералов. Наиболее представительны группы метаморфогенных и аутигенных минералов.

На разных площадях месторождений Среднего Тимана субстратом бокситов служили разные породы. На Вежаю-Ворыквинской и Южно-Щугорской площадях доминируют бокситы, развитые на субстрате гли-



Рис. 3. Литологические разновидности южнотиманских бокситов: а — аргиллитовидная, № 576/19; б — каменистая, № 553/163; с — сухаристая, № 576/12. Масштабная линейка — 1 см

Fig. 3. Lithological varieties of South Timan bauxites: a — mudstone, № 576/19; b — rocky, № 553/163; c — dry, № 576/12. Scale bar — 1 cm

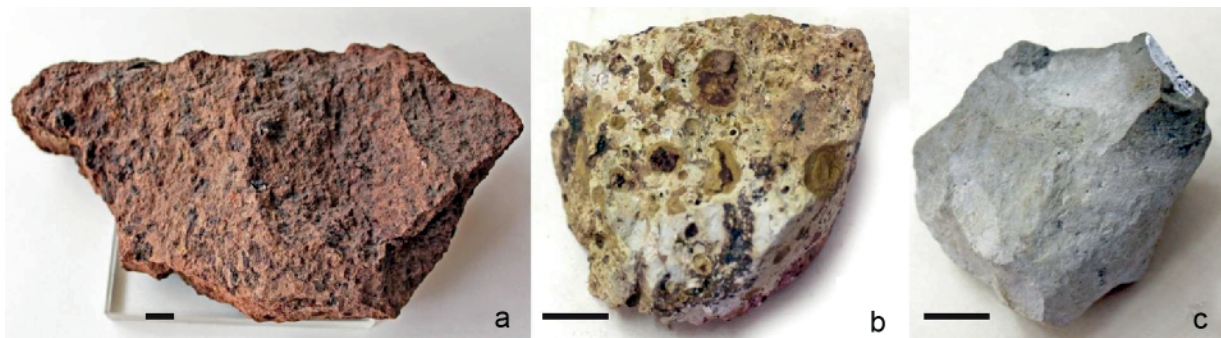


Рис. 4. Южнотиманские бокситы с текстурно-структурными особенностями: а — брекчиевидный, № 553/54; б — аргиллитовидный обломочно-бобовый, № 576/15; с — аргиллитовидный пелитоморфный, № 633/31.

Масштабная линейка — 1 см

Fig. 4. South Timan bauxites with textural and structural features: a — breccia-like, № 553/54; b — mudstone clastic-bean type, № 576/15; c — argillite-like pelitomorphic, № 633/31. Scale bar — 1 cm



**Таблица 2.** Генетические ассоциации акцессорных минералов бокситов и кор выветривания Среднетиманских месторождений (Швецова, 1979; Shvecova, 1979; Беляев и др., 1997)

**Table 2.** Genetic groups of accessory minerals of bauxites and weathering crusts of Middle Timan deposits (Shvetsova, 1979; Shvecova, 1979; Belyaev et al., 1997)

Группы Groups	Минералы Minerals	Число минералов в кадастре Number of minerals in the cadastre	Число минералов в фонде музея Number of minerals in the museum fund
Аллотигенные Allothigenic	<b>Циркон, рутил, анатаз</b> , ильменорутит, гранат, ильменит, титанит, турмалин, кианит, <b>лейкоксен</b> <b>Zircon, rutile, anatase</b> , ilmenorutile, garnet, ilmenite, titanite, tourmaline, kyanite, <b>leucoxene</b>	10	4
Метаморфогенные Metamorphogenic	<b>Рутил, анатаз, эпидот</b> , гранат, турмалин, кианит, ставролит, <b>ильменит, лейкоксен, магнетит, марказит, халькопирит, галенит</b> <b>Rutile, anatase, epidote</b> , garnet, tourmaline, kyanite, staurolite, <b>ilmenite, leucoxene, magnetite, marcasite, chalcopyrite, galena</b>	13	9
Метасоматические Metasomatic	<b>Апатит</b> , подолит, иттрий-апатит, беловит, <b>монацит</b> , ксенотим, <b>циркон, рутил, анатаз, ильменорутит, колумбит, пирохлор, плюмбопирохлор</b> , барит, титанит, турмалин, флюорит, <b>ильменит, лейкоксен</b> , магнетит, муассонит, самородная медь, самородный цинк, <b>никелин</b> , молибденит, борнит, вурцит, сфалерит, <b>галенит</b> , марказит, пирит, кальцит, целестин, барит, торит, эпидот, циртолит, циркон, <b>ферроклумбит</b> , торинанит, гематит <b>Apatite</b> , podolite, yttrium-apatite, belovite, <b>monazite</b> , xenotime, <b>zircon, rutile, anatase, ilmenorutile, columbite, pyrochlore, plumbopyrochlore</b> , barite, titanite, tourmaline, fluorite, <b>ilmenite, leucoxene</b> , magnetite, moissanite, native copper, native zinc, <b>nickel</b> , molybdenite, bornite, wurtzite, sphalerite, <b>galena</b> , marcasite, pyrite, calcite, celestine, barite, thorite, epidote, cyrtolite, zircon, <b>ferroclumbite</b> , thorianite, hematite	44	14
Аутигенные Authigenic	Барит, <b>пирит, халькопирит, галенит</b> , сфалерит, халькозин, кобальтин, раммельсбергит, <b>вудхаузеит, соколовит, флоренсит, гойяцит, сванбергит</b> , горсейксит Barite, <b>pyrite, chalcopyrite, galena</b> , sphalerite, chalcocite, cobaltite, rammelsbergite, <b>wudhouseite, sokolovite, florensite, goyacite, svanbergite</b> , horseyksite	14	9
Сумма минералов / Sum of minerals		81	36

*Примечание.* Жирным шрифтом обозначены минералы, хранящиеся в фондах Геологического музея им. А. А. Чернова  
*Note.* Bold font indicates minerals stored in the collections of the Chernov Geological Museum

нистых, карбонатно-глинистых и глинисто-карбонатных сланцев, а также на переотложенных продуктах выветривания этих пород. На Верхневорыквинском месторождении бокситы развивались по туфам и частично по подстилающим туфы рифейским сланцам. На Северо-Шугорской площади установлены субноминеральные бокситы, которые образовались за счет карбонатно-полевошпатовых метасоматитов в складчатом фундаменте (Георгиевский, и др., 2011). Стадийное изменение одного из главных в метасоматитах породообразующих минералов — полевого шпата — происходило в последовательности: полевой шпат → гидрослюда → каолинит → бемит. Кроме каолинита и бемита в данном процессе участвуют оксиды и оксигидроксиды железа — гематит, гидрогематит, меньше гётит. Железистые бокситы подразделяются на ка-

олинит-гематит-бемитовые и гематит-бемитовые (Беляев, Лихачев, Швецова, 1983). Описанная выше схема выветривания полевошпатовых метасоматитов тоже относится к латеритному типу, а связанные с нею бокситы являются остаточными продуктами гипергенеза. Направленность процесса выветривания и последовательность превращения субстратов в боксит реализуются довольно однообразно, хотя составы зон в гипергенных профилях, возникающих на различных субстратах, могут несколько различаться (Беляев, 1997).

Фондовый материал музея позволяет наиболее полно отразить литолого-геохимические профили выветривания по сланцево-карбонатному субстрату и по полевошпат-карбонатным метасоматитам. В зале «Полезные ископаемые» представлены серии образцов от материнских пород до бокситов, являющихся

продуктами их гипергенного преобразования со всеми переходными разновидностями. Примером может служить профиль выветривания по метасоматитам на Верхнещугорском месторождении (рис. 5).

Наряду с исследованиями в Институте геологии велись работы по совершенствованию методов обогащения бокситов (Беляев, 2009). В частности, рассматривались вариации методов обогащения бокситов в зависимости от их минерально-фазового состава, например, среднетиманских бокситов бессернистого каолинит-гипсбитового и сернистого каолинит-бёмитового состава (коллекция В. А. Вахрушева). При существующих технологиях бокситы первого типа могут вводиться в технологические схемы без предварительной подготовки, тогда как большая часть бокситов второго типа в вышеуказанных отраслях производства возможна лишь после удаления серы по ГОСТу (Вахрушев и др., 2009). Обсуждалась также перспектива нетрадиционного использования бокситов, а также вскрышных и вмещающих пород, отходов глиноземного производства. Так, были выявлены возможности получения электропроводящей керамики на основе маложелезистых высокомодульных бокситов (Голдин

и др., 1992). В последние годы проводятся успешные эксперименты по технологическому модифицированию первичного бокситового сырья с использованием радиационно-термических методов (Котова и др., 2016; Razmyslov et al., 2019).

### Выводы

Огромный фактический материал с бокситовых месторождений Южного и Среднего Тимана сосредоточен в монографических коллекциях музея, большинство которых литолого-минералого-геохимически охарактеризовано в многочисленных публикациях. В музейных экспозициях и фондах представлены все геолого-генетические и минеральные типы бокситов и сопряженных с бокситами метаморфических, метасоматических и осадочных горных пород. Эти материалы всесторонне отражают процессы латеритного и осадочного бокситообразования. Вместе с тем остается еще много вопросов, решение которых требует продолжения исследований с использованием современных рентгенофлуоресцентных, рентгенодифракционных, электронно-микроскопических, спектроскопи-

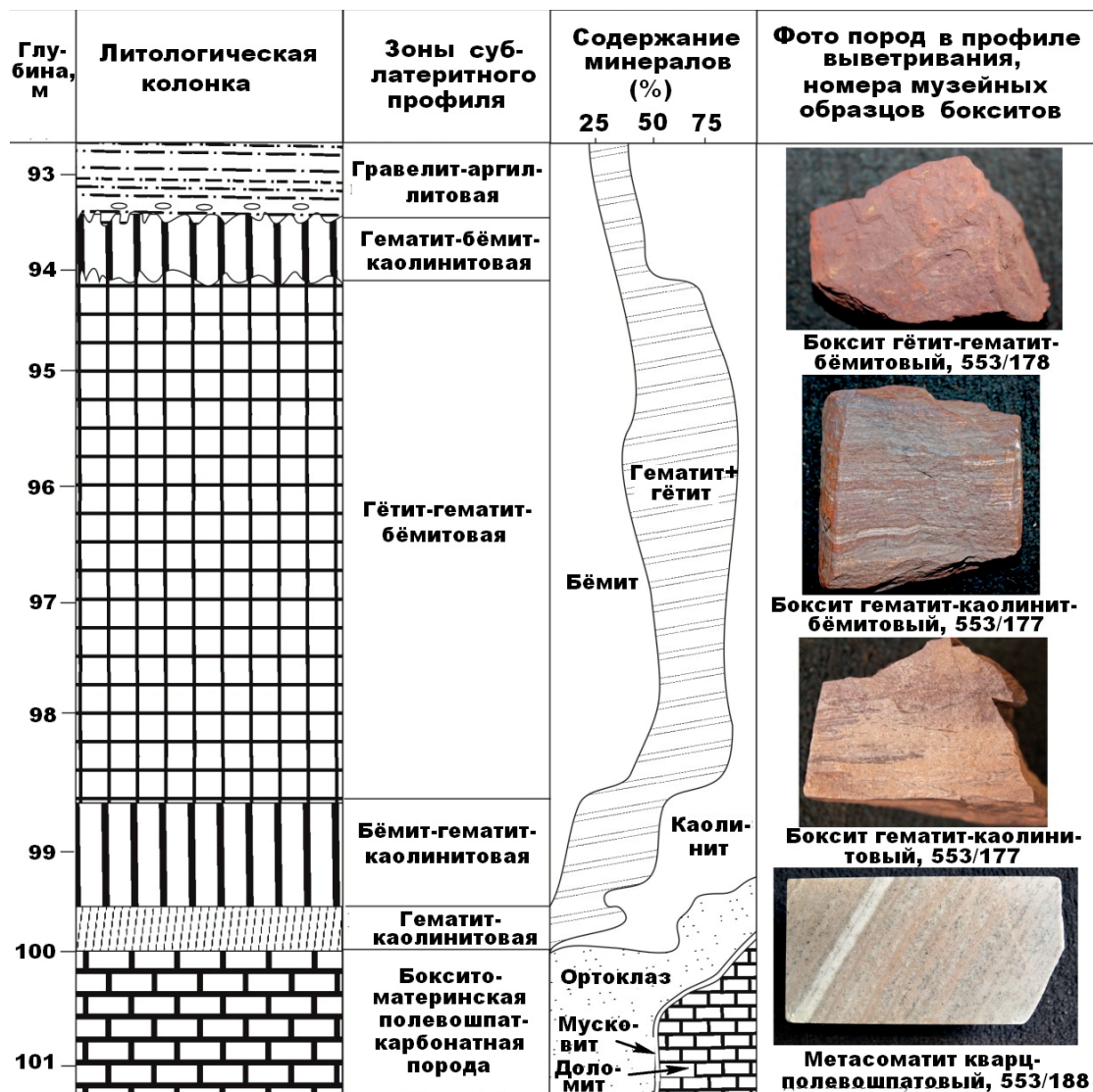


Рис. 5. Литолого-минералогический профиль выветривания полевошпат-карбонатных метасоматитов (Беляев и др., 1997)

Fig. 5. Lithological-mineralogical weathering profile for feldspar-carbonate metasomatites (Belyaev et al., 1997)



ческих и масс-спектроскопических методов. В этой связи остается актуальным высказывание В. В. Беляева: «Выводы по ряду проблемных вопросов бокситообразования в районе нередко делались исключительно исходя из теоретических воззрений, которых придерживался автор, или на основе изучения частных разрезов бокситоносной формации на одном из участков, а затем распространялись на весь бокситоносный район». Ярким подтверждением востребованности каменного материала для повторных исследований стало обнаружение в музейной коллекции нового минерала из супергруппы колумбита — *дмитрийварламовита*  $Ti_2(Fe^{3+}Nb)O_8$ , который был обнаружен в образце В. В. Лихачева выветрелых щелочных метасоматов, образовавшихся по позднерифейским карбонатным породам Верхнешугорского месторождения (Udoratina et al., 2024).

Фонды Геологического музея им. А. А. Чернова составляют также основу для реализации одной из важнейших музейных функций — обучения и популяризации геологических знаний посредством научно-систематизированных экспозиций. В частности, в зале «Полезные ископаемые» размещена постоянная экспозиция, посвященная бокситам Тимана. В витринах демонстрируются образцы латеритных и осадочных бокситов, представлены их основные минералогические типы, материнские породы, охарактеризованы профили выветривания. Эти экспозиции указывают на значительный потенциал музейных фондов для проведения новых научных исследований и совершенствования программ обучения в области экспериментального естествознания.

Работа выполнена в рамках темы НИР ГР № 1220406 00011-5.

## Литература / References

- Абрамов В. П., Лебедев В. А., Лысов Ю. М., Смирнов В. Г. Латеритные бокситы Тимана // Семинар по генезису бокситов. М., 1974. С. 187–189.  
Abramov V. P., Lebedev V. A., Lysov Yu. M., Smirnov V. G. Timan laterite bauxites. Seminar on bauxite genesis. Moscow, 1974, pp. 187–189. (in Russian)
- Беляев В. В. Минералогия и генезис бокситов Южного Тимана. Л.: Наука, 1974. 183 с.  
Belyaev V. V. Mineralogy and genesis of South Timan bauxite. Leningrad: Nauka, 1974, 183 p. (in Russian)
- Беляев В. В., Швецова И. В., Лихачев В. В. Бокситы Среднего Тимана и перспективы их поисков. Сыктывкар, 1976. 36 с. (Научные доклады: Сер. препринтов / Коми филиал АН СССР; Вып. 29).  
Belyaev V. V., Shvetsova I. V., Likhachev V. V. Bauxites of the Middle Timan and prospects for their search. Syktyvkar, 1976, 36 p. (Preprints «Scientific reports». Komi branch USSR AS, 29). (in Russian)
- Беляев В. В., Лихачев В. В., Швецова И. В. Бокситоносная кора выветривания полевошпатовых метасоматитов на Среднем Тимане. Сыктывкар 1983. 34 с. (Научные доклады: Сер. препринтов / Коми филиал АН СССР; Вып. 91).  
Belyaev V. V., Likhachev V. V., Shvetsova I. V. Bauxite-bearing weathering crust of feldspar metasomatites on the Middle Timan. Syktyvkar, 1983, 34 p. (Preprints «Scientific reports», Komi branch USSR AS, 91). (in Russian)
- Беляев В. В., Яцкевич Б. А., Швецова И. В. Девонские бокситы Тимана. Сыктывкар: Коми научный центр УрО РАН, 1997. 198 с.  
Belyaev V. V., Yatskevich B. A., Shvetsova I. V. Timan Devonian Bauxites. Syktyvkar: Komi SC UB RAS, 1997, 198 p. (in Russian)
- Беляев В. В. Маложелезистые белоцветные бокситы: пространство, состав, промышленное использование. Сыктывкар, 2009. 44 с. (Научные достижения — практика / Коми научный центр УрО РАН; вып. 126).  
Belyaev V. V. Low-iron white-colored bauxite: distribution, composition, industrial use. Syktyvkar, 2009, 44 p. (Scientific achievements for practice. Komi SC UB RAS, 126). (in Russian)
- Бушинский И. Г., Закруткин В. Е. Геохимия бокситов Южного Тимана. М.: Наука, 1978. 123 с.  
Bushinskij I. G., Zakrutkin V. E. Geochemistry of South Timan bauxites. Moscow Nauka, 1978, 123 p. (in Russian)
- Вахрушев А. В., Котова О. Б., Любинский И. Ф. Бокситы Тиманского региона: новые методы и средства комплексной переработки // Разведка и охрана недр, 2009. № 11 С. 53–57.  
Vahrushev A.V., Kotova O. B., Lyubinskij I. F. Bauxite of the Timan region: new methods and means of complex processing. Exploration and protection of subsoil, 2009, 11, pp. 53–57. (in Russian)
- Георгиевский А. Ф., Бугина В. М., Тупе Люсьен. Месторождения латеритных бокситов Среднего Тимана // Вестник РУДН, серия Инженерные исследования. 2011. № 1. Стр. 51–56.  
Georgievskij A. F., Bugina V. M., Tupe Lucien Deposits of laterite bauxite of the Middle Timan. Vestnik PFUR, Engineering studies, 2011, No. 1, pp. 51–56. (in Russian)
- Голдин Б. А., Секушин Н. А., Рябков Ю. И. Электропроводящая керамика на основе маложелезистых бокситов Среднего Тимана. Сыктывкар: Коми науч. центр УрО РАН, 1992. 12 с. (Научные рекомендации — народному хозяйству / Коми научный центр УрО РАН; вып. 104).  
Goldin B. A., Sekushin N. A., Ryabkov Yu. I. Electrically conductive ceramics based on low-iron bauxite of the Middle Timan. Syktyvkar, Komi SC UB RAS, 1992, 12. (Preprints «Scientific recommendations for economics», 104). (in Russian)
- Колокольцев В. Г., Пачуковский В. М., Плякин А. М., Беляев В. В. Палеозойские латериты на Тимане // Разведка и охрана недр. 1971. С. 18–21.  
Kolokoltsev V. G., Pachukovsky V. M., Plyakin A. M., Belyaev V. V. Paleozoic laterites on the Timan. Exploration and protection of subsoil, 1971, pp. 18–21. (in Russian)
- Котова О. Б., Размыслов И. Н., Ростовцев В. И., Силаев В. И. Радиационно-термическое модифицирование железистых бокситов в процессах их переработки // Обогащение руд. 2016. № 4. С. 16–22.  
Kotova O. B., Razmyslov I. N., Rostovtsev V. I., Silaev V. I. Radiation-thermal modification of ferruginous bauxites during their processing. Ore processing, 2016, No. 4, pp. 16–22. (in Russian)
- Лихачев В. В. Ниобий в бокситах и корах выветривания Среднего Тимана // Геология и полезные ископаемые северо-востока европейской части СССР: Тр. Ин-та геологии Коми фил. АН СССР; вып. 27. Сыктывкар, 1978. С. 74–78.





- Likhachev V. V. Niobium in bauxites and weathering crusts of the Middle Timan. *Geology and minerals of the North-East of European part of the USSR*, Proc. Institute of geology Komi branch USSR AS, 27, Syktyvkar, 1978, pp. 74–78. (in Russian)
- Лихачев В. В., Швецова И. В. Редкометалльно-редкоземельная минерализация в девонских и бокситоносных корах выветривания на Среднем Тимане / Рудоносные формации зоны гипергенеза. Л.: Наука, 1990. С. 62–63.
- Likhachev V. V., Shvetsova I. V. Rare-metal-rare-earth mineralization in Devonian and bauxite-bearing weathering crusts in the Middle Timan. *Ore formations of hypergenesis zone*. Leningrad: Nauka, 1990, pp. 62–63. (in Russian)
- Минин А. М. Особенности минерального состава бокситов Вежаю-Ворыквинского месторождения (Средний Тиман) // *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана*. 2018. С. 344–348.
- Minin A. M. Features of the mineral composition of the bauxite of the Vezhayu-Vorykvinsky deposit (Middle Timan). *Geology and minerals and problems of geoeconomy of Bashkortostan*, 2018, pp. 344–348. (in Russian)
- Плякин А. М. Девонские бокситы Тимана. История открытия и изучения // *Вестник Института геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН*, Сыктывкар, 2009. № 3. С. 8–10.
- Plyakin A. M. Timan Devonian bauxites. The history of discovery and study. *Vestnik of Institute of geology Komi SC UB RAS*, Syktyvkar, 2009, No. 3, pp. 8–10. (in Russian)
- Плякин А. М., Лысов Ю. М., Лушков В. В. К бокситам Тимана: страницы истории изучения и освоения Тиманской бокситорудной провинции. Ухта, 2003. 324 с.
- Plyakin A. M., Lysov Yu. M., Lushkov V. V. Timan bauxites: pages of the history of the study and development of the Timan bauxite province. Ukhta, 2003, 324 p. (in Russian)
- Сапожников Д. Г. Генетическая классификация бокситовых месторождений // *Генетическая классификация и типы бокситовых месторождений СССР*. М.: Наука, 1974. С. 5–20.
- Sapozhnikov D. G. Genetic classification of bauxite deposits. *Genetic classification and types of bauxite deposits of the USSR*. Moscow: Nauka, 1974, pp. 5–20.
- Фишман М. В. Экспедиционные исследования Института геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Сыктывкар, 2000. 360 с.
- Fishman M. V. Expeditionary research of the Institute of Geology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Syktyvkar, 2000, 360 p. (in Russian)
- Чернов А. А. Геологические предпосылки развития поисковых работ в северо-восточных областях европейской части СССР // *Материалы 2-й геол. конф. Коми АССР*. Сыктывкар, 1947. С. 28.
- Chernov A. A. Geological prerequisites for the development of prospecting in the north-eastern regions of the European part of the USSR. *Proc. 2nd Geol. Conf. Komi ASSR*. Syktyvkar, 1947, 28 p. (in Russian)
- Швецова И. В. Типоморфизм акцессорных минералов в Среднетиманских бокситах и их материнских породах // *Типоморфизм и генетическая информативность минералов*. Сыктывкар, 1979. С. 86–94. (Труды Ин-та геологии Коми филиала АН СССР. Вып. 30).
- Shvetsova I. V. Typomorphism of accessory minerals in Middle Roman bauxites and their parent rocks. *Typomorphism and genetic information of minerals*. Syktyvkar, 1979, pp. 86–94. (Proc. Institute of geology Komi branch USSR AS, 30) (in Russian)
- Razmyslov I. N., Kotova O. B., Silaev V. I., Rostovzev V. I., Kiseleva D. V., Kondratyev V. I. Microphase Heterogenization of High-Iron Bauxite as a Result of Thermal Radiation // *J. Mining Science*, 2019. V. 55. № 5. P. 811–823.
- Udoratina O. V., Panikorovskii T. L., Chukanov N. V., Voronin M. V., Lutoev V. P., Agakhanov A. A. and Isaenko S. I. (2024) Dmitryvarlamovite,  $Ti_2(Fe_3+Nb)O_8$ , a new columbite-supergroup mineral related to the wolframite group / *Mineralogical Magazine* Pp. 1–8. <https://doi.org/10.1180/mgm.2023.95>

Поступила в редакцию / Received 11.06.2024