

## Бирюза (Turquoise)

### Certificate information

Образец бирюзы передан для исследования С.И. Голомолзиным в июне 2018 года.

**Место отбора:** Александровское, Ц. Казахстан.

Образец представляет собой плотный, скрытокристаллический агрегат голубого цвета. Общий вес образца составляет 7 грамм.

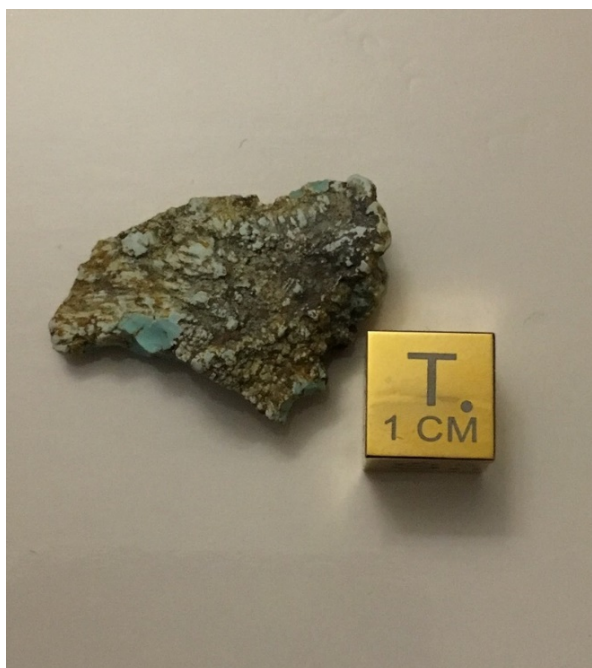


Рис. 1. Образец небесно-голубой бирюзы FN-296.

Из образца FN-296 был отобран фрагмент, размером 0.3-0.5 мм и помещён в эпоксидную шашку с другими зернами минералов группы бирюзы. Данная шашка хранится в научно-исследовательском фонде МинМузея РАН под номером FN-286. Данный сертификат составлен Бадьяновой Л.В., студентом 3 курса геологоразведочного факультета МГРИ. Оригинал хранится в депозитории сертификатов на сайте Музея - [http://fmm.ru/Центр\\_сертификации](http://fmm.ru/Центр_сертификации) под номером (FMM\_Certificate\_2018-37).

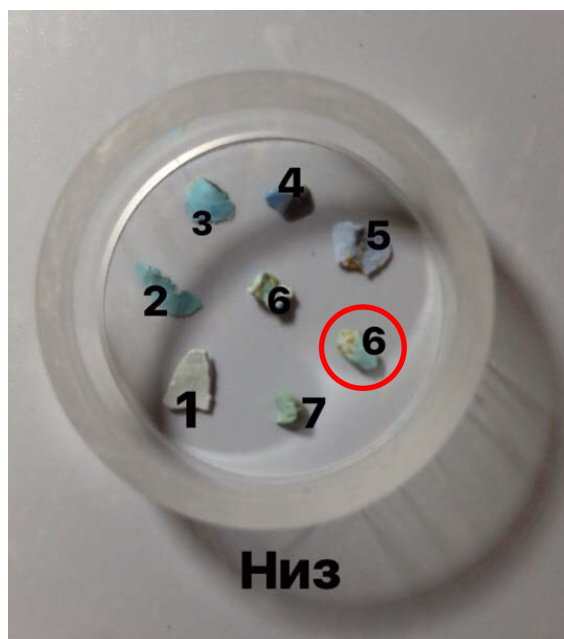


Рис. 2. Шашка FN-286 (фрагмент изученного образца бирюзы обозначен цифрой 6 и обведён в красный круг).

### Sample study

Макроскопически, образец представляет собой плотный, скрытокристаллический агрегат голубого цвета. Для фрагмента образца получены микронзондовые анализы, дифрактограмма и выполнены измерения содержания  $H_2O$  и  $CO_2$  методом CNH.

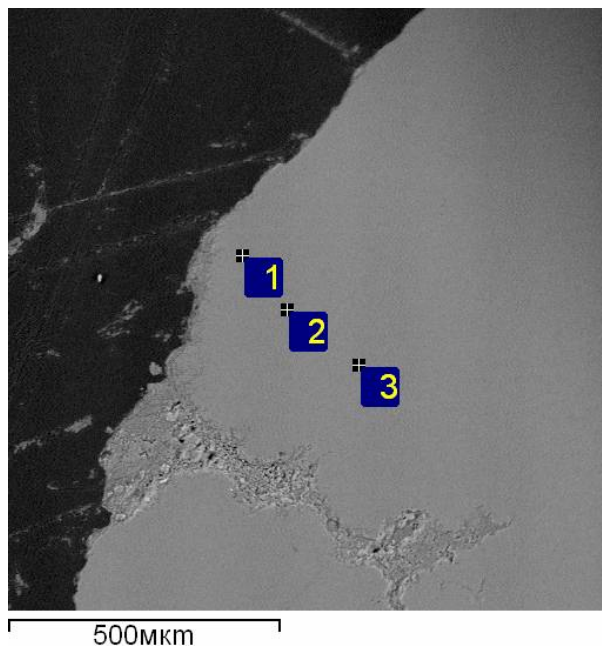


Рис. 3. Снимок в отраженных электронах (цифрами отмечены точки анализа). Неоднородности по составу в анализируемых участках не отмечено.

Таблица 1. Результаты микрозондового анализа (Camebax, МинМузей РАН)

No	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ZnO	CuO	SrO
1	0.19	37.20	3.00	0.08	35.81	1.11	4.99	0.66
2	0.21	36.43	3.31	0.14	36.43	1.31	4.21	0.82
3	0.36	36.88	3.77	0.07	37.03	1.28	4.11	0.98
<b>Aver.</b>	<b>0.26</b>	<b>36.84</b>	<b>3.36</b>	<b>0.10</b>	<b>36.42</b>	<b>1.23</b>	<b>4.44</b>	<b>0.82</b>

3 микрозондовых анализа, сделанных в разных участках образца (рис.3), показывают, что содержание CuO изменяется в 4.11-4.99 мас%, Zn 1.11-1.31%, FeO 3.00-3.71. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> изменяется от 36.43 до 37.20%. SrO варьирует в пределах 0.66-0.98%. Мы не можем диагностировать минерал или минерал, ответственный за содержание Sr, на основании имеющихся данных. Механическое выделение отдельной фазы, содержащей Sr, также не представляется возможным из-за субмикроскопических размеров отдельных зерен в исследуемом образце. Исследуемый минерал относится к минералам группы бирюзы. В целом, химические анализы соответствуют минералу промежуточного состава из 4-х минералов группы бирюзы (в мол.%): бирюза-46%, ахейлит-38%, фаустит-12%, планерит-4%.

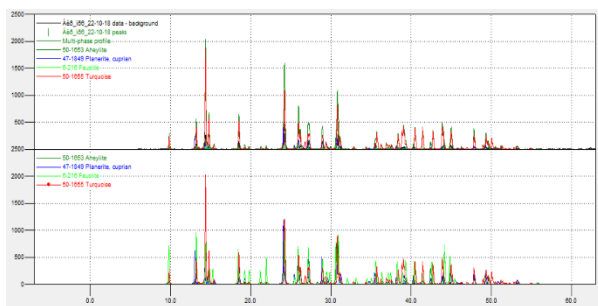


Рис.4. Сравнение дифрактограммы исследованного образца (Cu-анод, скорость 1°/мин, МинМузей РАН, А.А.Агаханов) с эталонными дифрактограммами ахейлита, планерита, бирюзы и фаустита. Сверху показаны дифрактограммы исследуемого образца и нанесённые на него дифрактограммы эталонных минералов из группы бирюзы для сравнения. Внизу показаны 4 дифрактограммы минералов из группы бирюзы, которые были взяты из базы данных PDF2-2003 - ахейлита (50-1653, Mira Flores mine, Oruro, Bolivia [1]) показана линией болотного цвета, планерита (47-1849, Inokura, Imaichi City, Tochigi Prefecture, Japan[2]) - синего цвета; бирюзы (50-1655, из Bishop mine, Virginia, USA[1]) - красного цвета,

фаустит (6-216, Eureka County, Nevada, USA) - кислотно-зелёного.

Основные пики дифрактограммы (рис.4) исследуемого образца полностью соответствуют эталонным дифрактограммам минералов из группы бирюзы.

Таблица 2. Результаты определения содержания воды методом CNH-анализа.

№ пробы	Вес, мг	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
51_1	4.49	0.10	18.4
51_2	2.04	0.03	17.5
Среднее	3.27	0.07	18.0

#### Примечание:

для дальнейших формульных расчётов взято среднее значение измеренной H<sub>2</sub>O.

Содержание воды определялось методом CNH-анализа. Истертый в ступке образец был предварительно высушен при 105°C. Содержание воды и углекислоты было определено методом элементного анализа путем сжигания в оловянных капсулах по модифицированному методу Дюма-Прегля с хроматографическим окончанием. Навески взяты на полумикроаналитических весах Mettler Toledo. CHN-анализатор: Carlo-Erba 1106, газноситель – гелий для хроматографии марки 6.0, температура реактора – 1030°C, наполнитель хроматографической колонки – Porapak QS. Эталонирование проводилось по стандартным образцам ацетанилида и бензойной кислоты

#### Вывод:

Исследуемый минерал относится к группе бирюзы и является промежуточным членом ряда бирюза-ахейлита (в мол.%: бирюза - 46, ахейлит - 38, фаустит - 12, планерит - 4). По правилам минералогической номенклатуры, он относится к минеральному виду бирюза, так как в первой катионной тетраэдрической позиции преобладает Cu, а во второй - Al. Также в образце присутствует до 1 мас.% SrO, включение которого в структуру какого-либо минерала не выяснено.

**Литература:**

1. Foord E. E., Taggart J. E. A reexamination of the turquoise group: the mineral aheylite, planerite (redefined), turquoise and coeruleolactite //Mineralogical Magazine. – 1998. – Т. 62. – №. 1. – С. 93-111.
2. Uyeno T., Sakamoto K., Sakamoto O. Scomberomorus chichibu, a new Miocene scombrid fish from Japan (Pisces, Perciformes) //Bulletin of the National Science Museum Tokyo C. – 1994. – Т. 20. – С. 149-155.

**Составлено:** декабрь, 2018.