

Приложение

ПАСПОРТ

Объекта изотопно-геохимических и геохронологических исследований № 21328

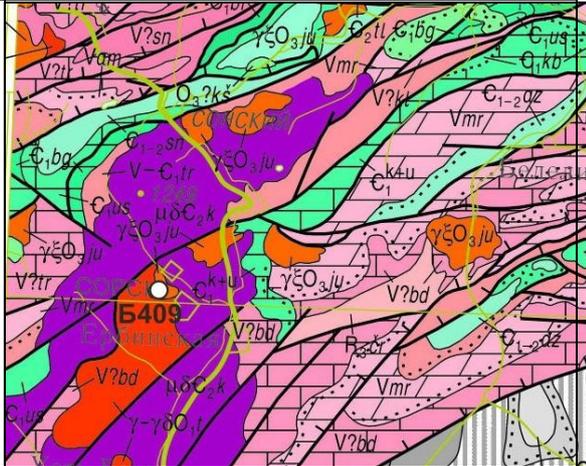
Подразделение: сорский сиенит-граносиенит-субщелочнолейкогранитовый комплекс

Объект датирование: Сорский массив (петротипический)

Источник данных: Бабин Г.А., Кутырева М.Э. (отв. исп.) Отчет по объекту «Проведение в 2022-2024 гг. работ по изотопно-геохимическому и геохронологическому обеспечению мониторинга государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 и сводного и обзорного картографирования на территории Российской Федерации». 2024 г.

Раздел 1. Общие сведения и геологическая характеристика объекта

Серия листов ГК-1000/3 или ГК-200/2	Алтае-Саянская серия ГК-1000/3
Номенклатура листа	N-46
Структурная привязка	Алтае-Восточно-Саянская складчатая система, Июсская складчатая зона
Комплекс, серия, свита (толща), массив (ареал), фаза внедрения, формационная принадлежность объекта исследований	Сорский сиенит-граносиенит-субщелочнолейкогранитовый комплекс O ₂₋₃

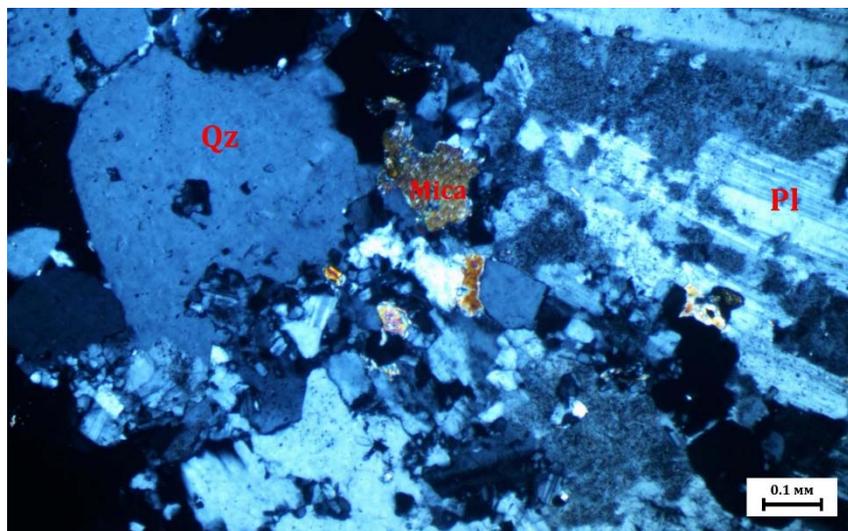
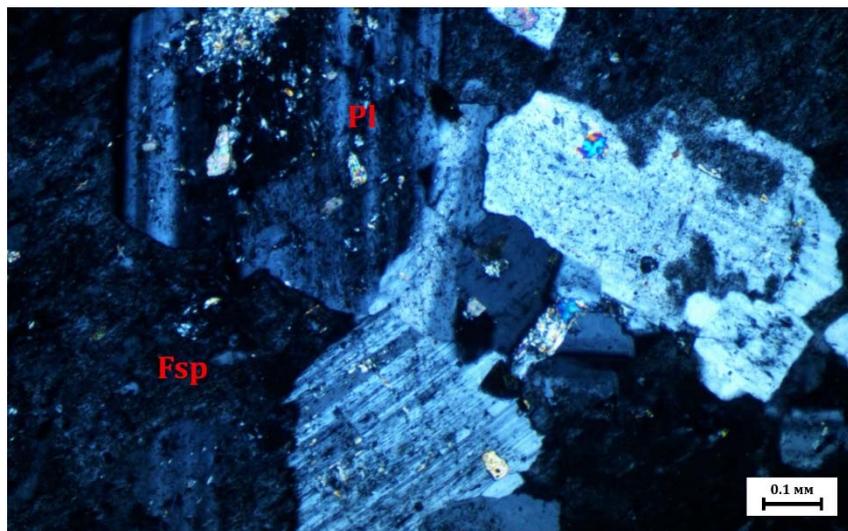
<i>Краткая геологическая характеристика</i>	<i>Фрагмент геологической карты масштаба 1:1 000 000 (усл. обозначение см. к ГК листа N-46)</i>
<p>Интрузии сорского комплекса распространены в центральной части Кузнецкого Алатау, который характеризуется длительным многоэтапным интрузивным, преимущественно гранитоидным магматизмом. К среднему кембрию-ордовику приурочено становление гранитных батолитов с двумя фазами внедрения – диорит-гранодиоритовой E₂₋₃ и биотитовых гранитов O₁₋₂. С батолитами сопряжены более мелкие, почти одновозрастные интрузии когтахского габбро-монцодиоритового E₂ и юлинского сиенит-граносиенитового E₃-O₁ комплексов.</p> <p>Более поздние интрузии сорского комплекса пространственно связаны с тигертышскими гранитами, образуют среди них небольшие гипабиссальные интрузивы, трещинные плитообразные тела и штоки, отличаются повышенной щелочностью, представлены мелко- и тонкозернистыми, редко среднезернистыми граносиенитами, кварцевыми сиенитами, сиенитами, умереннощелочными гранитами и лейкогранитами, часто их порфиrowыми разностями. Изотопный возраст пород составляет 466±3-449,2±3,2 млн лет (O₂₋₃). В Кузнецком Алатау с ними сопряжено молибденовое оруденение, достигающее промышленных масштабов (Сорское, Агаскырское, Ипчульское месторождения и серия проявлений).</p> <p>Сорский массив представляет собой шток среди гранитоидов Уйбатского полихронного батолита, сложен мелко- и среднезернистыми сиенитоидами, граносиенитами, умереннощелочными гранитами и лейкогранитами, широкое развитие имеют дайки умереннощелочных лейкогранит-порфиров («рудные порфиры»), калишпатовых метасоматитов.</p>	

<i>№ пробы</i>	<i>Условия отбора пробы и описание образца</i>	<i>Географическая и координатная привязка пункта опробования, автор пробы, коллекция</i>
Б409		Сорское молибденовое месторождение, карьер; 54.0113; 90.2228; Бабин Г.А.

Раздел 2. Петрогеохимическая характеристика породы

<i>Тип горных пород</i>	Интрузивный
<i>Наименование горной породы</i>	Умереннощелочной лейкогранит-порфир («рудный порфир»)
<i>Структура</i>	Порфировая с фельзитовой основной массой
<i>Текстура</i>	Массивная
<i>Наложённые процессы</i>	Пелитизация, серицитизация

Цифровое изображение и микропетрографическое описание породы (шлиф Б409)



Порода сложена калишпатом (40%), плагиоклазом (35%), кварцем (25%) и мусковитом (0,5%). Наблюдается две структурные генерации минералов с соотношением 8:2. Первая представлена крупными зёрнами калинатровых шпатов (1-4 мм), плагиоклазов (1-2 мм) и кварца (1 мм). Зёрна полевых шпатов и плагиоклаза гипидиоморфны, кварц – ксеноморфен. Калишпат содержат пертиты, пластинки плагиоклаза (0,3-0,5 мм), интенсивно пелитизирован, в ядерных зонах плагиоклаза развивается серицит. Мелкозернистый (фельзитовый) агрегат (0,1-0,5 мм) сложен преимущественно плагиоклазом и кварцем. Вторичные процессы затрагивают порядка 35-40% исходной породы.

Содержания петрогенных окислов (вес. %), редких, редкоземельных и некоторых других элементов-примеси (г/т)

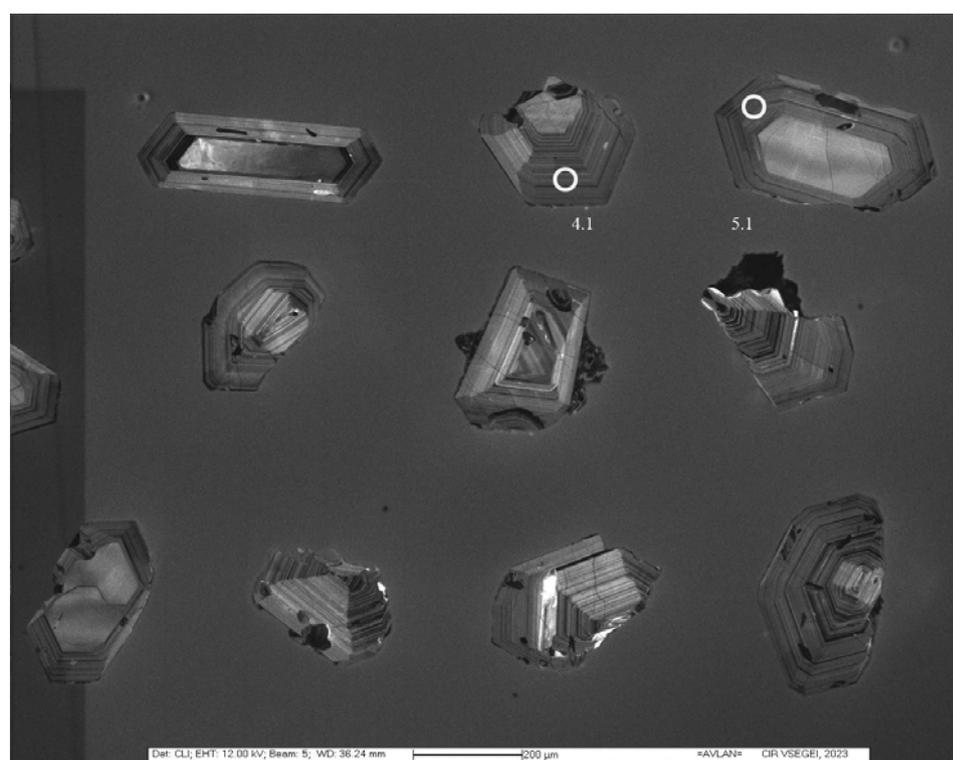
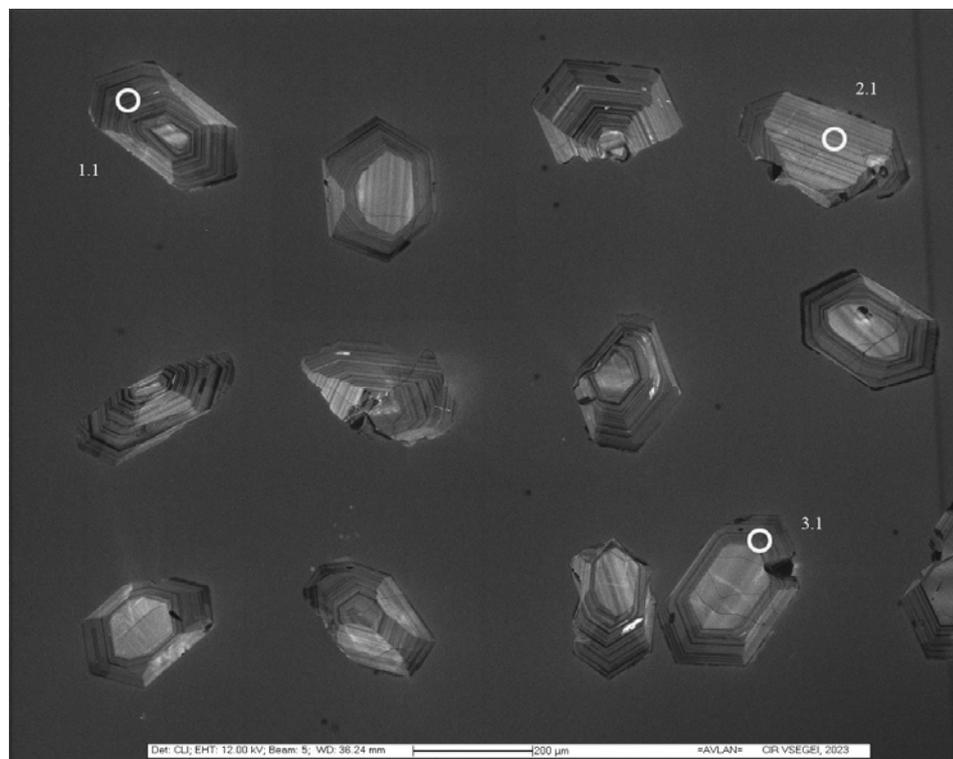
Компонент	Номер пробы
	Б409
SiO ₂	69.5
TiO ₂	0.072
Al ₂ O ₃	15
Fe ₂ O ₃	1.07
FeO	0
MnO	0
MgO	0
CaO	0.89
Na ₂ O	5.99
K ₂ O	5.14
P ₂ O ₅	0
п.п.п.	0.81
E	98.8
Cs	0.49
Rb	76.9
Ba	1010
Sr	235
Pb	9.71
Th	12.9
U	3.27
Zr	214
Hf	5.92
Ta	1.04
Y	6.37
Nb	14.8
Sc	0.28
Cr	6.96
Ni	0
Co	0.52
V	6.67
W	0
Ga	22.6
Zn	301
Cu	327
Mo	288
Sn	0.36
Sb	0.11
Bi	0.11
Be	1.82

Компонент	Номер пробы
	Б409
Li	7.27
Ag	0.55
La	39.4
Ce	59.4
Pr	4.94
Nd	13.8
Sm	1.42
Eu	0.49
Gd	1.31
Tb	0.15
Dy	0.98
Ho	0.2
Er	0.66
Tm	0.15
Yb	1
Lu	0.16

Раздел 3. Результаты изотопного датирования пород (проба Б409)

Id	Лаборатория	Метод	Минерал	Возраст (млн лет)	Заметки
17928	ЦИИ Института Карпинского (г. Санкт-Петербург)	U-Pb SHRIM II SIMS	Циркон	449,9±3,3	

Морфологические типы циркона (катодолюминесцентное изображение)



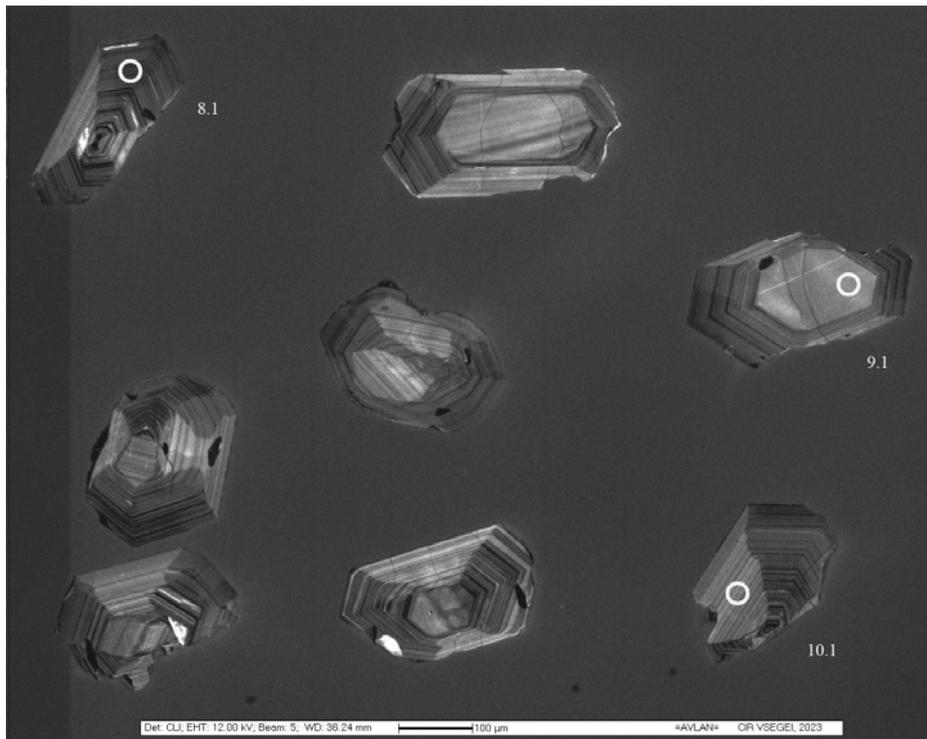
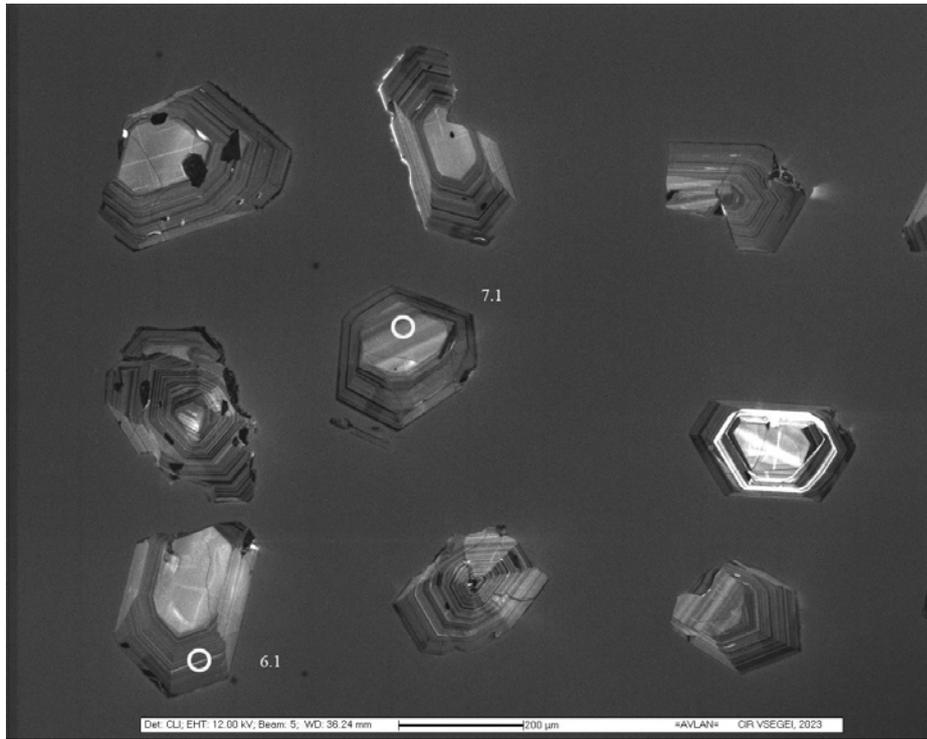


Таблица результатов U-Pb датирования (проба Б409)

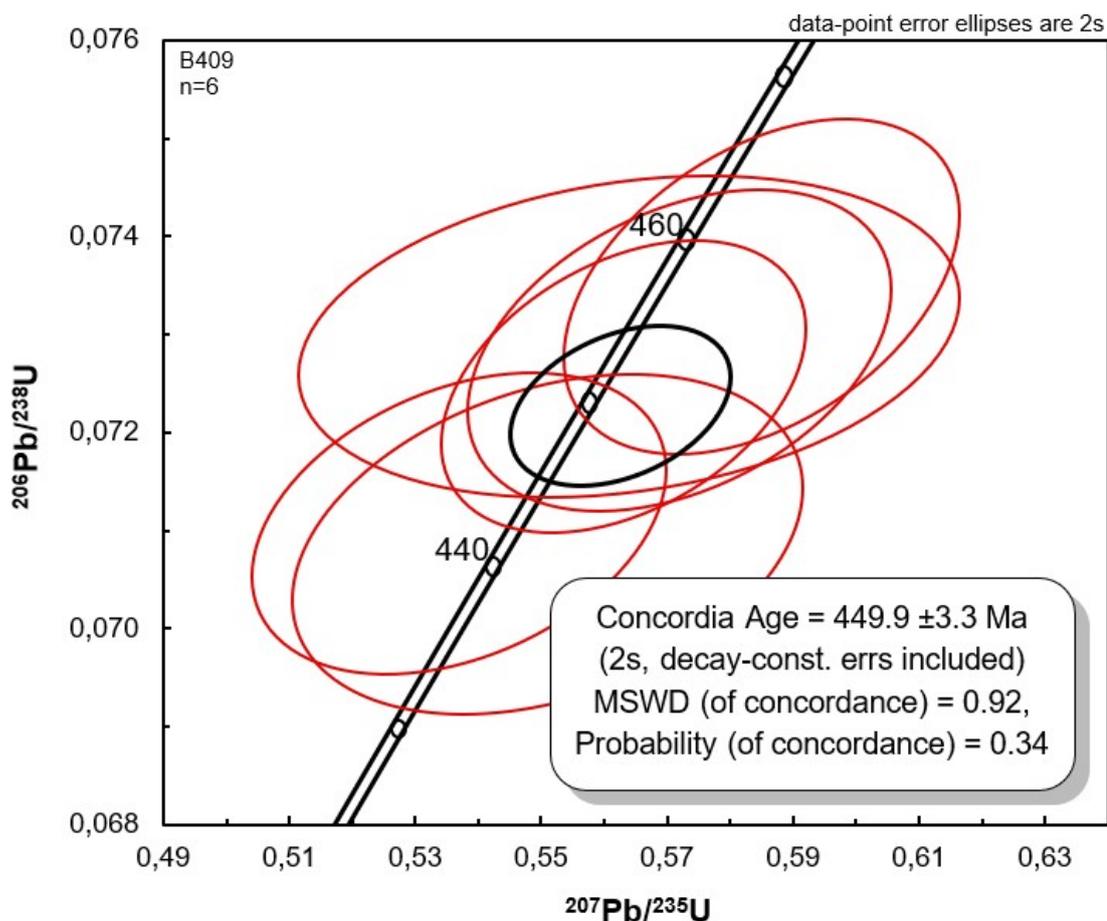
Spot	% 206Pbc	ppm U	ppm Th	232Th / 238U	ppm 206Pb	(1) 206Pb / 238U Age	(1) 207Pb / 206Pb Age	% Dis- cor- dant	(1) 238U/ 206Pb*	±%	(1) 207Pb*/ 206Pb*	±%	(1) 207Pb*/ 235U	±%	(1) 207Pb*/ 238U	±%	err corr
B409_8.1	2.90	1828	1091	0.62	66.3	258.8 ±2.2	597 ±76	131	24.41	0.86	0.0598	3.5	0.338	3.6	0.04096	0.86	0.239,
B409_4.1	0.91	1402	513	0.38	57.6	298.4 ±2.6	449 ±80	51	21.11	0.89	0.0559	3.6	0.365	3.7	0.04738	0.89	0.24,
B409_5.1	0.46	1203	499	0.43	58.5	353.1 ±3	528 ±44	50	17.76	0.87	0.058	2	0.45	2.2	0.0563	0.87	0.398,
B409_1.1	0.94	1208	590	0.5	63.1	377.3 ±3.2	508 ±66	35	16.59	0.86	0.0574	3	0.477	3.1	0.06027	0.86	0.274,
B409_9.1	0.35	389	109	0.29	23.8	441.4 ±4.2	468 ±63	6	14.11	1	0.0564	2.8	0.551	3	0.07086	1	0.33,
B409_3.1	0.26	931	477	0.53	57	442.6 ±3.8	405 ±53	-8	14.07	0.88	0.0548	2.4	0.537	2.5	0.07107	0.88	0.352,
B409_6.1	0.06	980	422	0.45	61.1	451 ±3.7	467 ±44	4	13.8	0.84	0.0564	2	0.563	2.1	0.07247	0.84	0.394,
B409_10.1	0.23	459	147	0.33	28.8	453.3 ±4	489 ±49	8	13.73	0.92	0.0569	2.2	0.572	2.4	0.07284	0.92	0.38,
B409_2.1	0.39	526	158	0.31	33.1	454.1 ±4	453 ±82	0	13.7	0.92	0.056	3.7	0.564	3.8	0.07298	0.92	0.241,
B409_7.1	0.22	515	151	0.3	32.6	457.1 ±4.2	520 ±44	14	13.61	0.95	0.0577	2	0.585	2.2	0.07349	0.95	0.425,

Errors are 1-sigma; Pbc and Pb* indicate the common and radiogenic portions, respectively.

Error in Standard calibration was 0.39% (not included in above errors but required when comparing data from different mounts).

(1) Common Pb corrected using measured 204Pb.

График U-Pb-изотопной системы (проба Б409)



Выводы по изотопному датированию и рекомендации

Учитывая магматический генезис изученных цирконов, полученное значение изотопного возраста $449,9 \pm 3,3$ млн лет принимается за время кристаллизации умереннощелочных лейкогранит-порфиоров («рудных порфиоров»), которые фиксируют завершающую стадию становления сорского интрузивного комплекса.

Учитывая всю совокупность материалов по геологическому строению, результаты изотопного датирования и петрогеохимического изучения интрузивных пород центральной части Кузнецкого Алатау, рекомендуется в Легенде Алтае-Саянской серии листов ГК-1000/3 выделить сорский сиенит-граносиенит-субщелочнолейкогранитовый комплекс с возрастом $466,3 \pm 3 - 449,2 \pm 3,2$ млн лет – O_{2-3} .

ПАСПОРТ

Объекта изотопно-геохимических и геохронологических исследований № 20072

Подразделение: джебашская серия

Объект датирование: опорный разрез по р. Енисей, ниже Саяно-Шушенской ГЭС

Источник данных: Бабин Г.А., Кутырева М.Э. (отв. исп.) Отчет по объекту «Проведение в 2022-2024 гг. работ по изотопно-геохимическому и геохронологическому обеспечению мониторинга государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 и сводного и обзорного картографирования на территории Российской Федерации». 2024 г.

Раздел 1. Общие сведения и геологическая характеристика объекта

<i>Серия листов ГК-1000/3 или ГК-200/2</i>	Алтае-Саянская серия ГК-1000/3
<i>Номенклатура листа</i>	N-46
<i>Структурная привязка</i>	Алтае-Западно-Саянская складчатая система, Джебашско-Амыльская складчатая зона, Джебашская подзона
<i>Комплекс, серия, свита (толща), массив (ареал), фаза внедрения, формационная принадлежность объекта исследований</i>	Джебашская зеленосланцевая серия, условно V-Є ₁

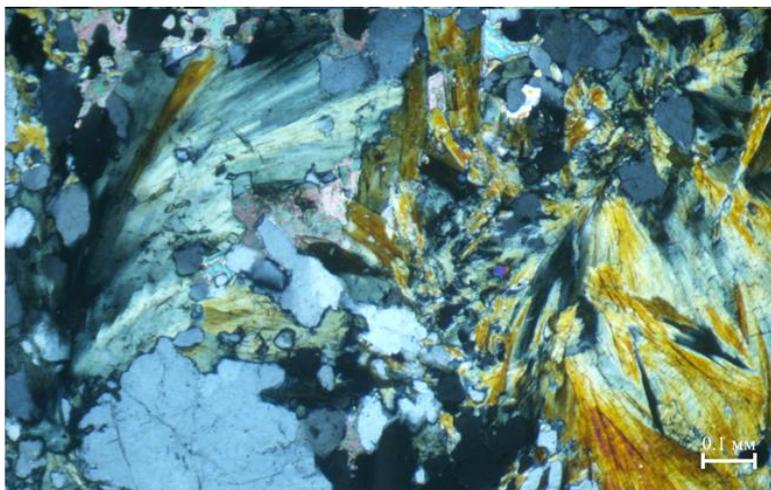
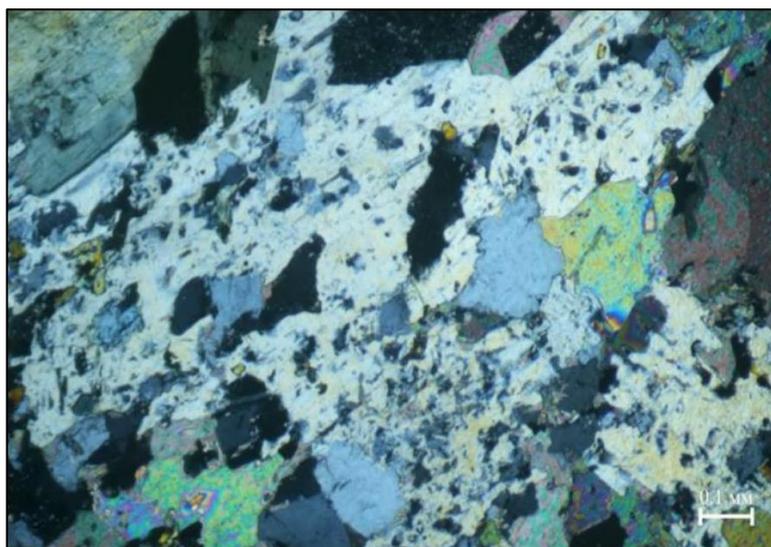
<p style="text-align: center;"><i>Краткая геологическая характеристика</i></p> <p>Джебашская серия представлена характерной ассоциацией сложно дислоцированных плейчатых метатерригенных, метакарбонатно-терригенных с горизонтами метавулканических сланцев, подчиненным количеством метасилицитов и метакарбонатных разновидностей. Метаморфизм пород отвечает фации зеленых сланцев, к метабазитам приурочены локальные проявления высокобарного метаморфизма. Серия расчленяется метакарбонатно-терригенные (изербельская, сютхольская) и метавулканогенно-осадочные (амыльская, аныякская) свиты.</p> <p>Метавулканические сланцы тяготеют к средней и верхней частям разрезов, местами полностью замещаются метатерригенными фациями. Среди метавулкаников доминируют метабазиты, близкие по химическому составу базальтам океанических островов (толеитовой и щелочной серий), реже базальтам N- и E-MORB-типов, а также пространственно сопряженным базальтоидам V-Є₁ офиолитовых поясов.</p> <p>Большей частью сланцы находятся в аллохтонном залегании, в связи с чем низы комплексов не установлены.</p> <p>С учетом редких находок органических остатков (микрофоссилии, микрофитолиты) толща условно датируется V-Є₁ (томмот). По редким находкам</p>	<p style="text-align: center;"><i>Фрагмент геологической карты масштаба 1:1 000 000 (усл. обозначение см. к ГК листа N-46)</i></p>
--	--

<i>№ пробы</i>	<i>Условия отбора пробы и описание образца</i>	<i>Географическая и координатная привязка пункта отробования, автор пробы, коллекция</i>
Б264		Левый борт р. Енисей, ниже Саяно-Шушенской ГЭС. 52.889074; 91.432223

Раздел 2. Петрогеохимическая характеристика породы

Тип горных пород	Метаморфический
Наименование горной породы	Сланец кварц-альбит-актинолитовый
Структура	Гранофибробластовая с элементами пойкилобластовой
Текстура	Сланцеватая

Цифровое изображение и микропетрографическое описание породы (шлиф Б264)



Порода сложена кварц-альбитовым мелкозернистым (0,1 мм) агрегатом (40%), образующим разрозненные полосы; по альбиту развиваются серицит и эпидот. Более крупнозернистая составляющая породы (60%) представлена кварцем, карбонатом и актинолитом. Кварц образует агрегаты ксеноморфных зерен размером до 1 мм, иногда представлен угловатыми зернами (обломочными?) в сростках с альбитом? Карбонат в виде крупных ксеноморфных кристаллов выполняет интерстиции между зернами других минералов, иногда включает крупные зерна кварца. Актинолит формирует неотчетливые субпараллельные полосы мощностью 2-3 мм, состоящие из волокнистых агрегатов размером 0,3-0,4 мм. Рудный минерал в количестве около 3% представлен зернами (до 0,2 мм), равномерно распределенными в шлифе. Эпидот (7%) присутствует в виде отдельных кристаллов на границе полос разного минерального состава.

Содержания петрогенных окислов (вес. %), редких, редкоземельных и некоторых других элементов-примеси (г/т)

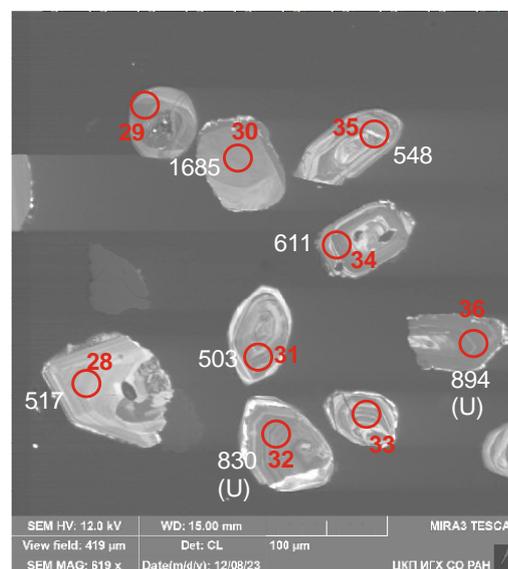
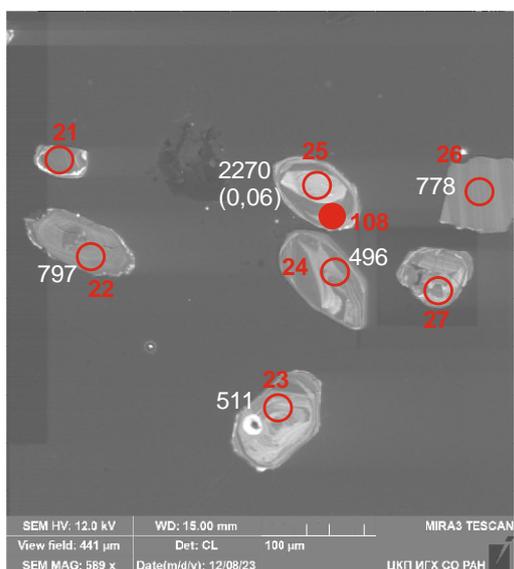
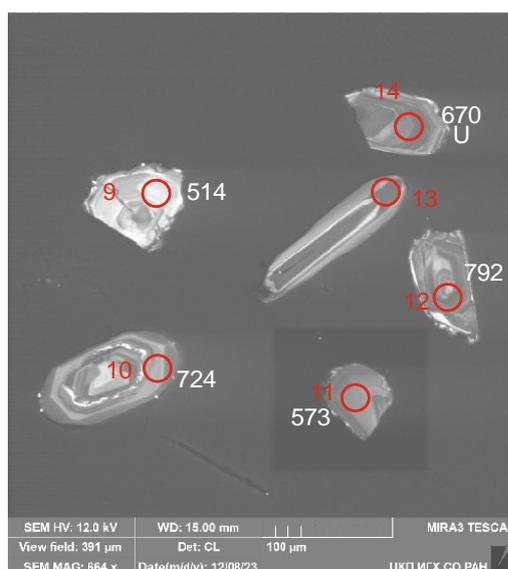
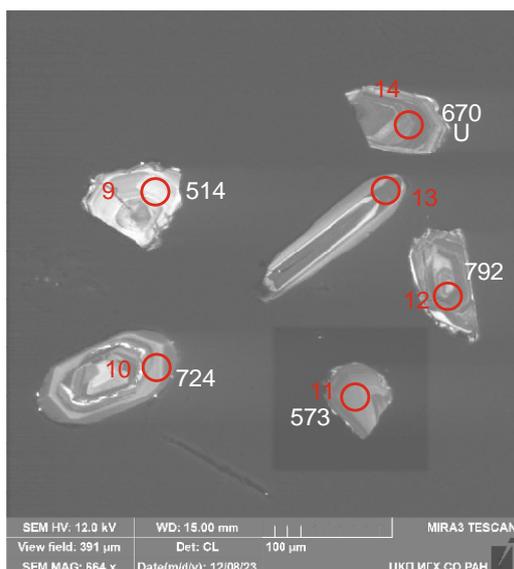
Компонент	Номер пробы
	Б264
SiO ₂	53.2
TiO ₂	1.18
Al ₂ O ₃	19
Fe ₂ O ₃	2.03
FeO	3.78
MnO	0.14
MgO	3.11
CaO	10.8
Na ₂ O	2.49
K ₂ O	1.52
P ₂ O ₅	0.48
п.п.п.	1.92
E	100
Cs	1.48
Rb	34.4
Ba	329
Sr	531
Pb	13.4
Th	6.63
U	3.01
Zr	197
Hf	5.28
Ta	0.96
Y	34.1
Nb	13.7
Sc	19.3
Cr	175
Ni	44.2
Co	15.3
V	110
W	2.15
Ga	17.6
Zn	84.3
Cu	12.5
Mo	0
Sn	1.67
Sb	2.97
Bi	0.47
Be	1.65

Компонент	Номер пробы
	Б264
Li	19.2
Ag	0.072
La	32.7
Ce	64.5
Pr	8.21
Nd	32
Sm	6.63
Eu	1.76
Gd	6.17
Tb	0.97
Dy	5.79
Ho	1.19
Er	3.41
Tm	0.49
Yb	3.1
Lu	0.45

Раздел 3. Результаты изотопного датирования пород (проба Б264)

Лаборатория	Метод	Минерал	Max (млн лет)	Min (млн лет)	Примечание
ГИН СО РАН (г. Улан-Удэ)	U-Pb LA ICP MS	Zr	497	493	Max и min - значения возраста зерен циркона самого молодого кластера – нижнее ограничение возраста осадочного протолита

Морфологические типы цирконов (катодолюминесцентное изображение)



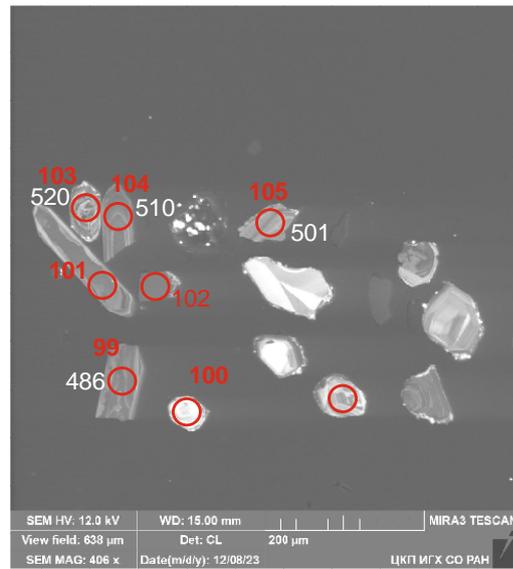
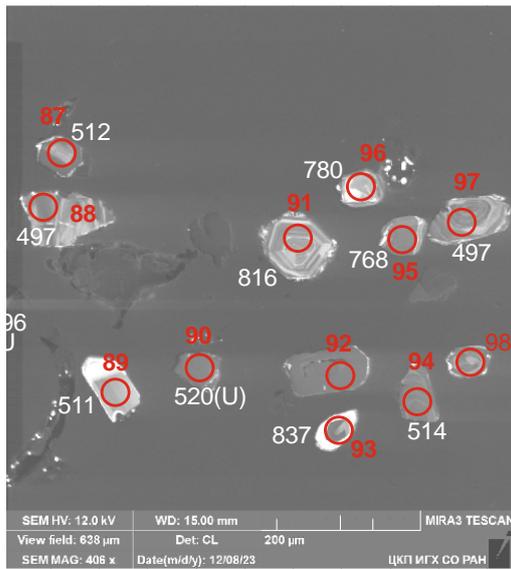
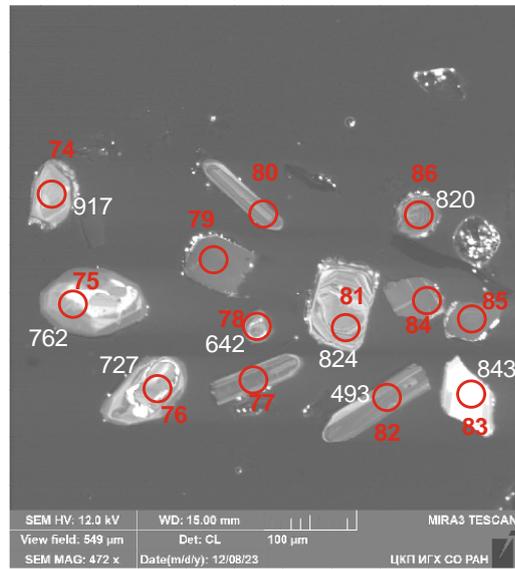
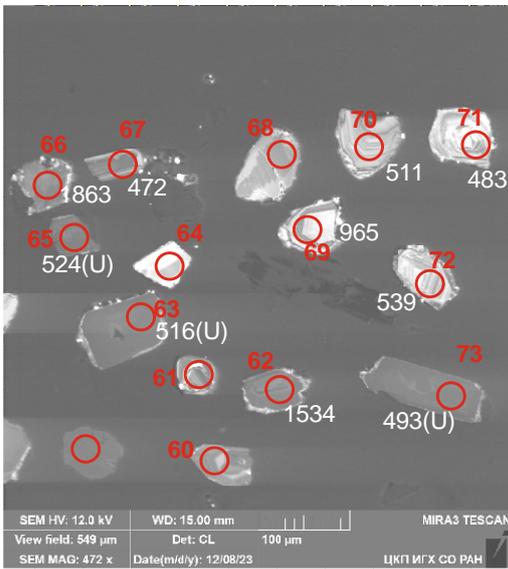
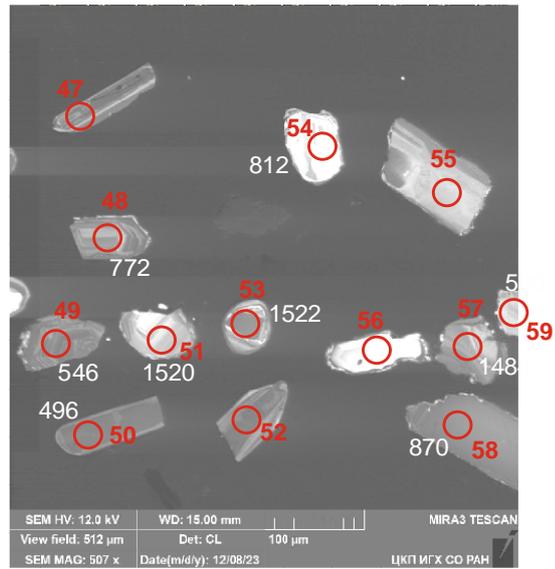
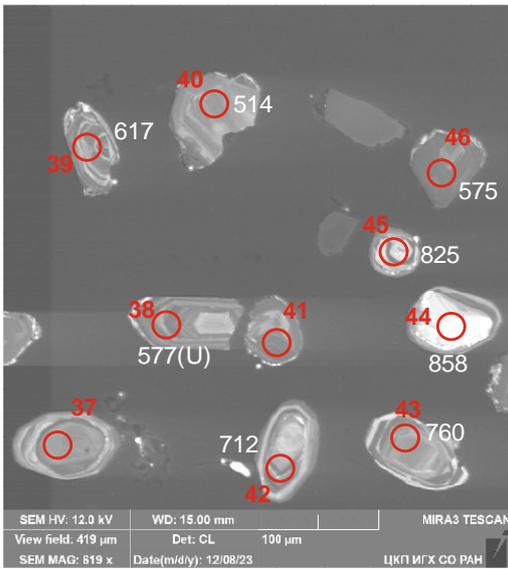


Таблица результатов U-Pb (LA ICP MS) датирования (проба Б264)

№ п/п	№ точки анализа	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U	Изотопные отношения								Rho3
						²³⁸ U/ ²⁰⁶ Pb	1σ abs	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ abs	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ abs	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ abs	
1	PRB004	26	338	289	0,99	11,9	0,1077	0,0650	0,0008	0,7500	0,0087	0,0840	0,0008	0,8
2	PRB049	70	733	767	0,99	11,3	0,1114	0,0651	0,0011	0,7908	0,0126	0,0884	0,0009	0,6
3	PRB019	8	30	58	0,37	7,3	0,0693	0,0750	0,0012	1,4079	0,0209	0,1365	0,0013	0,6
4	PRB020	7	58	71	0,59	11,4	0,1105	0,0647	0,0012	0,7800	0,0135	0,0877	0,0009	0,6
5	PRB028	23	105	264	0,25	12,0	0,1131	0,0634	0,0010	0,7288	0,0105	0,0836	0,0008	0,7
6	PRB054	7	43	54	0,82	7,5	0,0789	0,0737	0,0015	1,3595	0,0271	0,1342	0,0014	0,5
7	PRB105	27	203	321	0,54	12,4	0,1852	0,0627	0,0024	0,6981	0,0270	0,0808	0,0012	0,4
8	PRB090	111	796	1252	0,57	11,9	0,1543	0,0632	0,0019	0,7317	0,0220	0,0841	0,0011	0,4
9	PRB009	8	74	88	0,67	12,0	0,1147	0,0631	0,0011	0,7197	0,0118	0,0830	0,0008	0,6
10	PRB087	19	90	217	0,38	12,1	0,1551	0,0628	0,0019	0,7149	0,0212	0,0827	0,0011	0,4
11	PRB089	12	154	136	1,03	12,1	0,1574	0,0626	0,0020	0,7105	0,0219	0,0825	0,0011	0,4
12	PRB072	12	57	136	0,40	11,5	0,1326	0,0635	0,0016	0,7626	0,0188	0,0873	0,0010	0,5
13	PRB076	9	278	69	3,80	8,4	0,0996	0,0698	0,0019	1,1463	0,0300	0,1194	0,0014	0,5

№ п/п	№ точки анализа	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %
		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ		
1	PRB004	773	26	520	4	568	5	9	49
2	PRB049	776	35	546	5	592	7	8	42
3	PRB019	1070	32	825	7	892	9	8	30
4	PRB020	764	38	542	5	586	8	8	41
5	PRB028	723	32	517	5	556	6	7	40
6	PRB054	1032	41	812	8	872	12	7	27
7	PRB105	698	80	501	7	538	16	7	39
8	PRB090	716	63	520	6	558	13	7	38
9	PRB009	711	37	514	5	551	7	7	38
10	PRB087	702	63	512	6	548	13	7	37
11	PRB089	694	65	511	6	545	13	7	36
12	PRB072	725	53	539	6	576	11	7	34
13	PRB076	922	54	727	8	776	14	7	27

Продолжение таблицы

№ п/п	№ точки анализа	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U	Изотопные отношения								Rho3
						$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1σ abs	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ abs	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ abs	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ abs	
14	PRB017	25	259	271	0,70	11,8	0,1078	0,0629	0,0008	0,7311	0,0090	0,0845	0,0008	0,7
15	PRB083	7	28	47	0,56	7,2	0,0912	0,0738	0,0022	1,4199	0,0418	0,1397	0,0018	0,4
16	PRB096	15	75	114	0,58	7,8	0,1076	0,0714	0,0025	1,2640	0,0430	0,1286	0,0018	0,4
17	PRB099	76	671	925	0,64	12,8	0,1796	0,0610	0,0021	0,6574	0,0228	0,0783	0,0011	0,4
18	PRB071	14	203	168	1,15	12,8	0,1468	0,0608	0,0015	0,6512	0,0157	0,0779	0,0009	0,5
19	PRB078	50	131	461	0,27	9,5	0,1131	0,0654	0,0017	0,9421	0,0238	0,1047	0,0012	0,5
20	PRB063	130	583	1500	0,38	12,0	0,1284	0,0611	0,0013	0,7002	0,0141	0,0833	0,0009	0,5
21	PRB067	68	635	868	0,70	13,2	0,1441	0,0598	0,0013	0,6240	0,0133	0,0759	0,0008	0,5
22	PRB016	20	195	218	0,65	11,8	0,1079	0,0612	0,0008	0,7106	0,0091	0,0845	0,0008	0,7
23	PRB007	18	88	205	0,35	11,9	0,1076	0,0610	0,0008	0,7047	0,0089	0,0840	0,0008	0,7
24	PRB042	53	50	432	0,12	8,6	0,0828	0,0669	0,0011	1,0755	0,0160	0,1168	0,0011	0,7
25	PRB088	44	464	520	0,81	12,5	0,1588	0,0602	0,0018	0,6645	0,0196	0,0801	0,0010	0,4

№ п/п	№ точки анализа	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %
		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ		
14	PRB017	705	28	523	5	557	5	7	35
15	PRB083	1037	59	843	10	897	18	6	23
16	PRB096	968	68	780	10	830	19	6	24
17	PRB099	639	73	486	7	513	14	6	31
18	PRB071	632	52	483	5	509	10	5	31
19	PRB078	786	53	642	7	674	12	5	22
20	PRB063	643	44	516	5	539	8	5	25
21	PRB067	594	47	472	5	492	8	4	26
22	PRB016	646	29	523	5	545	5	4	24
23	PRB007	639	29	520	5	542	5	4	23
24	PRB042	836	32	712	7	741	8	4	17
25	PRB088	612	63	497	6	517	12	4	23

Продолжение таблицы

№ п/п	№ точки анализа	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U	Изотопные отношения								Rho3
						²³⁸ U/ ²⁰⁶ Pb	1σ abs	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ abs	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ abs	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ abs	
26	PRB103	50	482	563	0,74	11,9	0,1758	0,0607	0,0023	0,7019	0,0264	0,0840	0,0012	0,4
27	PRB075	6	19	43	0,42	8,0	0,0952	0,0683	0,0019	1,1803	0,0315	0,1255	0,0015	0,4
28	PRB040	32	136	365	0,34	12,1	0,1149	0,0605	0,0009	0,6901	0,0101	0,0829	0,0008	0,7
29	PRB014	146	1138	1240	0,68	9,1	0,0817	0,0653	0,0008	0,9824	0,0102	0,1095	0,0010	0,9
30	PRB035	43	71	465	0,11	11,3	0,1067	0,0615	0,0009	0,7499	0,0105	0,0887	0,0008	0,7
31	PRB104	57	563	656	0,74	12,2	0,1803	0,0600	0,0023	0,6803	0,0259	0,0823	0,0012	0,4
32	PRB095	85	144	641	0,20	7,9	0,1080	0,0679	0,0023	1,1834	0,0391	0,1265	0,0017	0,4
33	PRB018	174	1230	2020	0,44	12,5	0,1118	0,0596	0,0007	0,6581	0,0070	0,0803	0,0007	0,8
34	PRB022	73	540	520	0,69	7,6	0,0693	0,0689	0,0009	1,2457	0,0145	0,1316	0,0012	0,8
35	PRB094	67	362	766	0,42	12,0	0,1640	0,0599	0,0020	0,6850	0,0224	0,0830	0,0011	0,4
36	PRB069	19	75	111	0,64	6,2	0,0691	0,0748	0,0017	1,6614	0,0372	0,1614	0,0018	0,5
37	PRB070	14	83	163	0,49	12,1	0,1366	0,0599	0,0014	0,6796	0,0158	0,0825	0,0009	0,5
38	PRB034	69	674	656	0,70	10,1	0,0942	0,0627	0,0009	0,8571	0,0115	0,0994	0,0009	0,7

№ п/п	№ точки анализа	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %
		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ		
26	PRB103	627	79	520	7	540	16	4	21
27	PRB075	878	55	762	9	792	15	4	15
28	PRB040	622	33	514	5	533	6	4	21
29	PRB014	783	24	670	6	695	5	4	17
30	PRB035	656	32	548	5	568	6	4	20
31	PRB104	605	80	510	7	527	16	3	19
32	PRB095	866	67	768	10	793	18	3	13
33	PRB018	590	25	498	4	513	4	3	19
34	PRB022	895	26	797	7	822	7	3	12
35	PRB094	601	70	514	7	530	14	3	17
36	PRB069	1064	46	965	10	994	14	3	10
37	PRB070	599	51	511	6	527	10	3	17
38	PRB034	699	30	611	5	629	6	3	14

Продолжение таблицы

№ п/п	№ точки анализа	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U	Изотопные отношения								Rho3
						$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1σ abs	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ abs	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ abs	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ abs	
39	PRB010	80	327	627	0,40	8,4	0,0750	0,0663	0,0008	1,0834	0,0112	0,1189	0,0011	0,9
40	PRB059	9	55	104	0,52	12,4	0,1321	0,0595	0,0013	0,6601	0,0141	0,0807	0,0009	0,5
41	PRB097	39	177	459	0,34	12,5	0,1729	0,0592	0,0020	0,6531	0,0222	0,0801	0,0011	0,4
42	PRB005	20	163	227	0,60	12,1	0,1102	0,0596	0,0008	0,6758	0,0084	0,0825	0,0008	0,7
43	PRB045	29	153	202	0,78	7,3	0,0719	0,0690	0,0012	1,2965	0,0204	0,1365	0,0013	0,6
44	PRB001	23	256	272	0,85	12,2	0,1105	0,0593	0,0008	0,6665	0,0079	0,0819	0,0007	0,8
45	PRB086	53	227	376	0,55	7,4	0,0928	0,0687	0,0020	1,2833	0,0369	0,1357	0,0017	0,4
46	PRB048	37	255	278	0,95	7,9	0,0780	0,0671	0,0011	1,1733	0,0189	0,1271	0,0013	0,6
47	PRB050	82	128	994	0,13	12,5	0,1237	0,0587	0,0010	0,6456	0,0104	0,0799	0,0008	0,6
48	PRB081	17	87	117	0,69	7,3	0,0904	0,0686	0,0019	1,2880	0,0357	0,1364	0,0017	0,4
49	PRB093	75	437	517	0,75	7,2	0,0974	0,0687	0,0022	1,3101	0,0423	0,1386	0,0019	0,4
50	PRB011	49	247	490	0,38	10,8	0,0960	0,0605	0,0007	0,7728	0,0085	0,0930	0,0008	0,8
51	PRB023	23	134	264	0,33	12,1	0,1130	0,0587	0,0009	0,6663	0,0091	0,0825	0,0008	0,7

№ п/п	№ точки анализа	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %
		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ		
39	PRB010	815	24	724	6	745	5	3	13
40	PRB059	584	47	500	5	515	9	3	17
41	PRB097	574	73	497	7	510	14	3	15
42	PRB005	589	29	511	4	524	5	3	15
43	PRB045	900	34	825	8	844	9	2	9
44	PRB001	576	28	507	4	519	5	2	14
45	PRB086	890	59	820	10	838	16	2	8
46	PRB048	841	35	772	7	788	9	2	9
47	PRB050	557	37	496	5	506	6	2	12
48	PRB081	888	57	824	10	840	16	2	8
49	PRB093	889	66	837	11	850	19	2	6
50	PRB011	620	26	573	5	581	5	1	8
51	PRB023	556	32	511	5	518	6	1	9

Продолжение таблицы

№ п/п	№ точки анализа	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U	Изотопные отношения								Rho3
						$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1σ abs	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ abs	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ abs	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ abs	
52	PRB039	33	325	312	0,88	10,0	0,0953	0,0616	0,0010	0,8503	0,0123	0,1004	0,0010	0,7
53	PRB031	61	756	712	0,68	12,3	0,1156	0,0584	0,0008	0,6509	0,0087	0,0811	0,0008	0,7
54	PRB085	97	258	1163	0,20	12,5	0,1564	0,0581	0,0017	0,6398	0,0181	0,0800	0,0010	0,4
55	PRB058	51	235	340	0,69	6,9	0,0718	0,0695	0,0013	1,3812	0,0255	0,1445	0,0015	0,6
56	PRB036	236	723	1511	0,35	6,7	0,0633	0,0703	0,0010	1,4379	0,0189	0,1487	0,0014	0,7
57	PRB091	27	196	193	0,91	7,4	0,0989	0,0675	0,0022	1,2542	0,0399	0,1349	0,0018	0,4
58	PRB002	24	185	275	0,59	12,2	0,1093	0,0585	0,0008	0,6612	0,0078	0,0823	0,0007	0,8
59	PRB032	119	1250	822	0,99	7,3	0,0678	0,0680	0,0009	1,2845	0,0165	0,1374	0,0013	0,7
60	PRB046	45	361	470	0,79	10,7	0,1047	0,0602	0,0010	0,7715	0,0121	0,0932	0,0009	0,6
61	PRB065	130	775	1481	0,51	11,8	0,1271	0,0587	0,0013	0,6834	0,0141	0,0846	0,0009	0,5
62	PRB024	58	245	680	0,23	12,5	0,1143	0,0579	0,0008	0,6364	0,0078	0,0799	0,0007	0,7
63	PRB082	48	432	578	0,70	12,6	0,1550	0,0576	0,0016	0,6308	0,0174	0,0795	0,0010	0,4
64	PRB012	64	717	455	1,18	7,7	0,0685	0,0664	0,0008	1,1919	0,0128	0,1307	0,0012	0,8

№ п/п	№ точки анализа	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %
		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ		
52	PRB039	660	33	617	6	625	7	1	7
53	PRB031	544	31	503	5	509	5	1	8
54	PRB085	534	62	496	6	502	11	1	8
55	PRB058	913	39	870	8	881	11	1	5
56	PRB036	937	29	894	8	905	8	1	5
57	PRB091	854	65	816	10	825	18	1	5
58	PRB002	547	28	510	4	515	5	1	7
59	PRB032	868	28	830	7	839	7	1	5
60	PRB046	610	35	575	5	581	7	1	6
61	PRB065	557	46	524	5	529	9	1	6
62	PRB024	527	29	496	4	500	5	1	6
63	PRB082	516	61	493	6	497	11	1	5
64	PRB012	818	25	792	7	797	6	1	3

Продолжение таблицы

№ п/п	№ точки анализа	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U	Изотопные отношения								Rho3
						$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1σ abs	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ abs	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ abs	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ abs	
65	PRB043	39	165	299	0,56	8,0	0,0779	0,0653	0,0011	1,1234	0,0171	0,1252	0,0012	0,6
66	PRB044	6	26	39	0,68	7,0	0,0726	0,0681	0,0014	1,3341	0,0259	0,1423	0,0015	0,5
67	PRB074	20	80	124	0,61	6,5	0,0762	0,0700	0,0018	1,4732	0,0362	0,1529	0,0018	0,5
68	PRB003	33	182	226	0,70	7,1	0,0633	0,0676	0,0008	1,3104	0,0144	0,1411	0,0013	0,8
69	PRB073	137	336	1660	0,19	12,6	0,1438	0,0570	0,0014	0,6241	0,0147	0,0795	0,0009	0,5
70	PRB015	26	368	294	0,92	11,9	0,1081	0,0576	0,0008	0,6638	0,0082	0,0839	0,0008	0,7
71	PRB038	108	241	1102	0,17	10,7	0,1004	0,0587	0,0009	0,7558	0,0103	0,0936	0,0009	0,7
72	PRB026	109	888	805	0,70	7,8	0,0712	0,0642	0,0008	1,1320	0,0135	0,1282	0,0012	0,8
73	PRB066	120	181	345	0,51	3,0	0,0324	0,1150	0,0025	5,3034	0,1103	0,3352	0,0036	0,5
74	PRB053	99	270	359	0,77	3,7	0,0379	0,0961	0,0017	3,5251	0,0605	0,2668	0,0027	0,6
75	PRB030	90	180	285	0,39	3,3	0,0310	0,1060	0,0014	4,3569	0,0535	0,2988	0,0028	0,8
76	PRB062	101	325	363	0,87	3,7	0,0396	0,0981	0,0020	3,6249	0,0719	0,2686	0,0029	0,5
77	PRB008	36	221	123	1,44	3,7	0,0329	0,1016	0,0012	3,8208	0,0406	0,2735	0,0025	0,8

№ п/п	№ точки анализа	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %
		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ		
65	PRB043	783	33	760	7	765	8	1	3
66	PRB044	873	41	858	8	861	11	0	2
67	PRB074	929	51	917	10	919	15	0	1
68	PRB003	856	25	851	7	850	6	0	1
69	PRB073	492	53	493	5	492	9	0	0
70	PRB015	513	29	519	5	517	5	0	-1
71	PRB038	557	31	577	5	572	6	-1	-4
72	PRB026	748	27	778	7	769	6	-1	-4
73	PRB066	1880	38	1863	18	1869	18	0	1
74	PRB053	1549	33	1525	14	1533	14	1	2
75	PRB030	1732	24	1685	14	1704	10	1	3
76	PRB062	1588	38	1534	15	1555	16	1	4
77	PRB008	1654	22	1558	12	1597	9	2	6

Окончание таблицы

№ п/п	№ точки анализа	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U	Изотопные отношения								Rho3
						$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	1σ abs	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ abs	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ abs	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ abs	
78	PRB057	71	51	265	0,19	3,9	0,0398	0,0996	0,0019	3,5457	0,0640	0,2589	0,0027	0,6
79	PRB051	14	42	52	0,83	3,8	0,0386	0,1018	0,0019	3,7239	0,0660	0,2659	0,0027	0,6
80	PRB025	169	33	378	0,06	2,4	0,0216	0,1624	0,0020	9,4229	0,1070	0,4220	0,0039	0,8

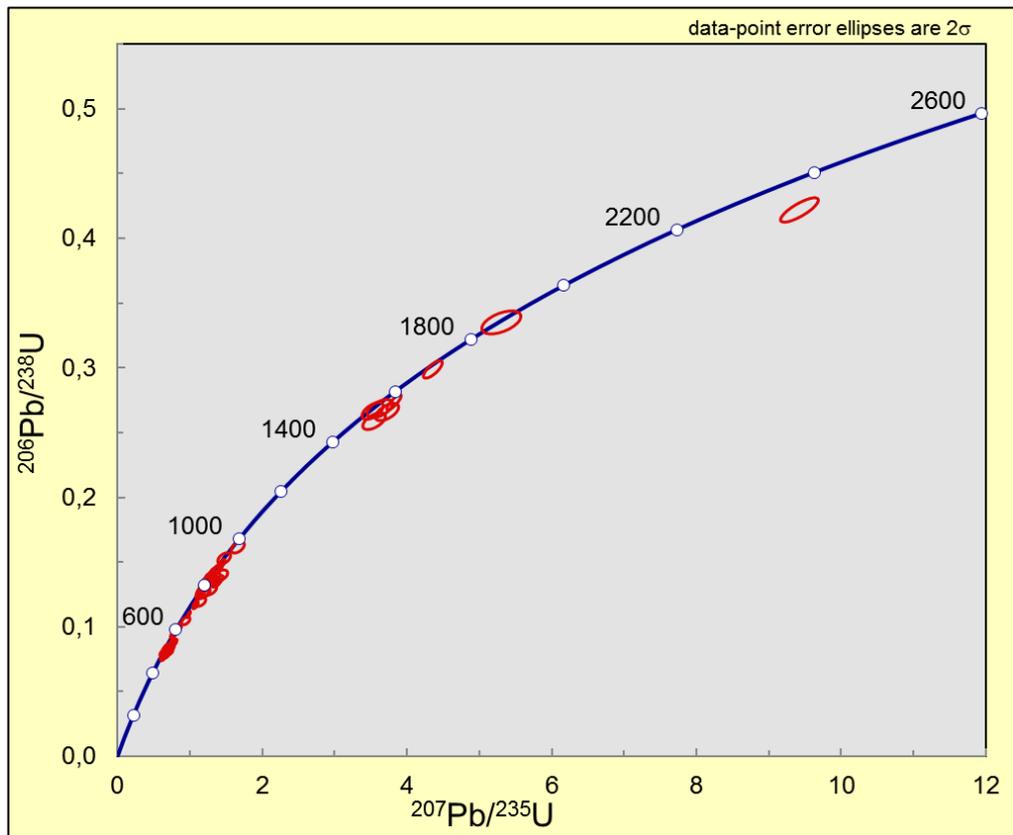
№ п/п	№ точки анализа	Возраст, млн лет						D1, %	D2, %
		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ		
78	PRB057	1616	35	1484	14	1538	14	4	9
79	PRB051	1657	34	1520	14	1577	14	4	9
80	PRB025	2481	21	2270	17	2380	10	5	9

Rho3 – коэффициент корреляции ошибок отношений $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ и $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$

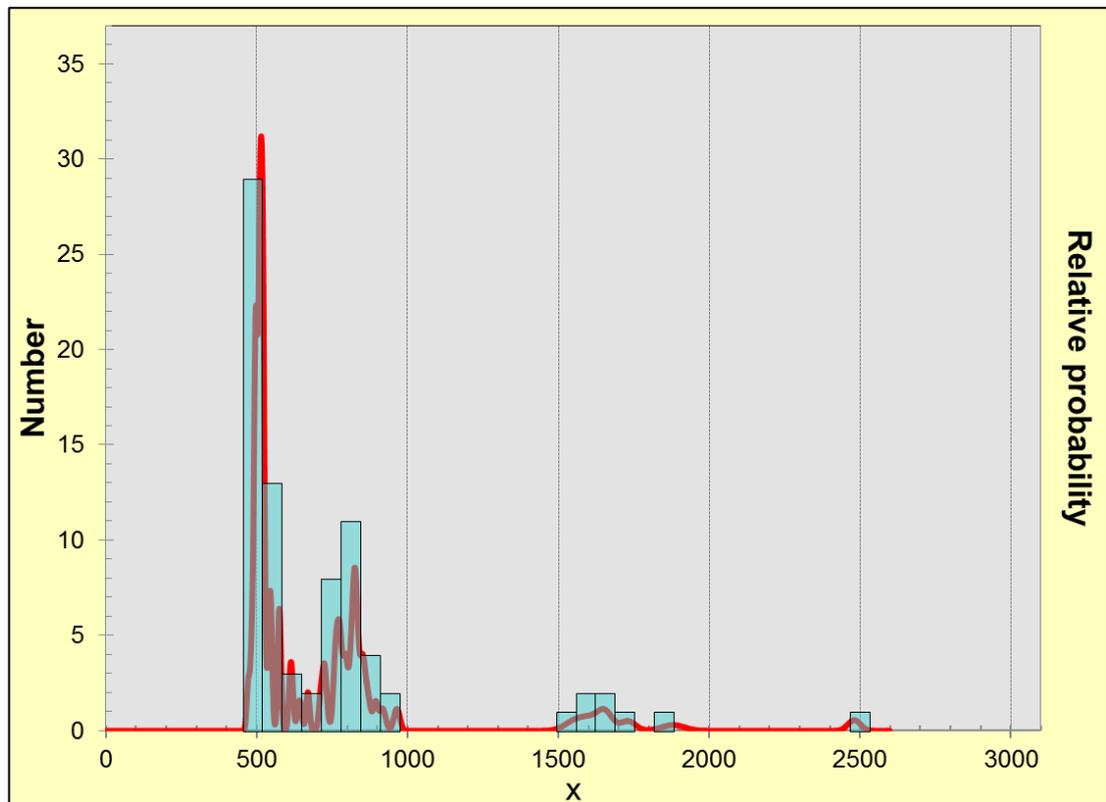
D1 – дискордантность между возрастaми $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ и $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$

D2 – дискордантность между возрастaми $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ и $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$

Диаграмма с конкордией для цирконов из кварц-альбит-актинолитового сланца джебаишской серии (проба Б264)



Гистограмма частоты встречаемости и кривая относительной вероятности возрастных значений цирконов в кварц-альбит-актинолитовом сланце джебаишской серии (проба Б264)



Выводы по изотопному датированию пород и рекомендации

Проанализировано 102 зерна циркона, по 79 получены конкордантные значения возраста с дискордантностью менее 10%, которые в дальнейшем приняты за достоверные оценки возраста цирконов.

Зерна представлены угловатыми, реже окатанными и хорошо окатанными фрагментами кристаллов, иногда почти цельными призматическими кристаллами. Преобладают фрагменты с тонкой хорошо выраженной, реже слабо проявленной магматической зональностью, иногда пятнистые или бесструктурные. Th-U=0,11-1,18. В одном из окатанных зерен светлое ядро с возрастом 2,3 млрд лет характеризуется Th/U=0,06. Детритовые зерна часто окружены узкими серыми метаморфическими оболочками, секущими магматическую зональность ядер.

Выделено несколько возрастных кластеров. Наиболее молодой и многочисленный из них объединяет 42 зерна (53%) с возрастом 577-472 млн лет V-O₁ (пик 514 млн лет). Минимальные возраста с повторяющимися значениями в интервале **497-493 млн лет** ϵ_3 установлены для шести зерен, и принимаются в качестве нижнего предела возраста осадочного протолита сланцев. Три раннеордовикских значения (472-486 млн лет) получены по единичным зернам и требуют подтверждения.

Второй по величине возрастной кластер объединяет 26 зерен (33%) с позднерифейским возрастом 965-712 млн лет. Пять зерен имеют ранне-среднерифейский возраст 1 534-1 484 млн лет, и три зерна – раннепротерозойский 2 270-1 685 млн лет.

Возраст метаморфических кайм определить не удалось. В этой связи рекомендуются их датирование с применением SIMS SHRIMP-II.

ПАСПОРТ

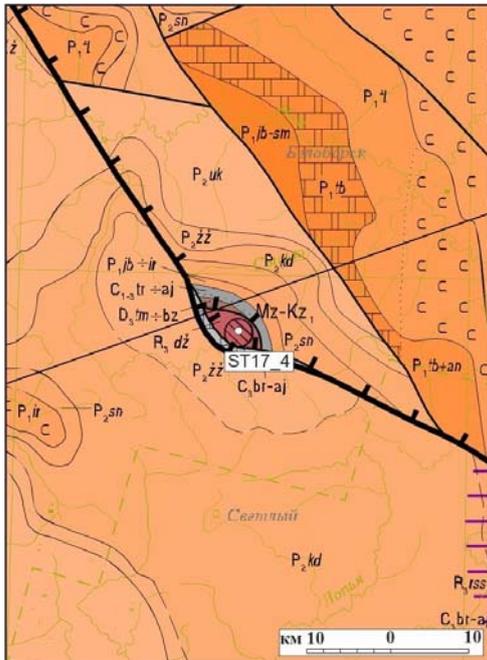
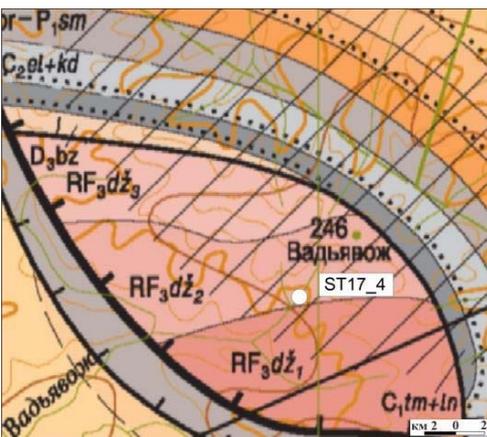
Объекта изотопно-геохимических и геохронологических исследований № ST17_4

Подразделение: джежимская свита

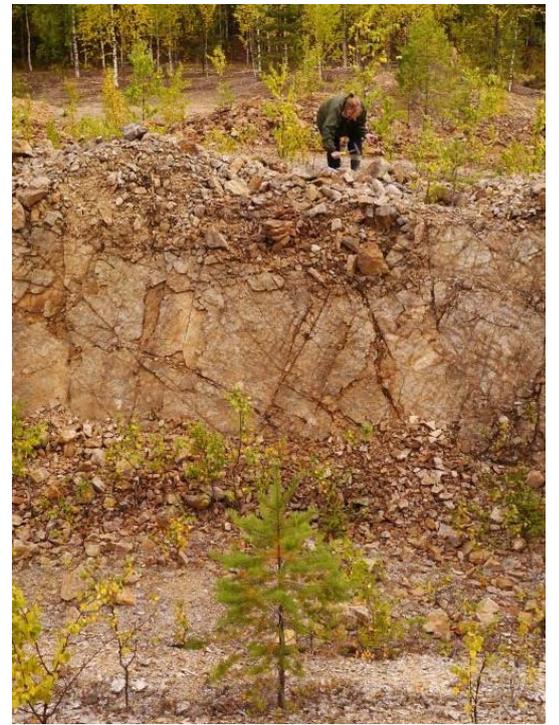
Источник данных: Бабин Г.А., Кутырева М.Э. (отв. исп.) Отчёт по объекту «Проведение в 2022-2024 гг. работ по изотопно-геохимическому и геохронологическому обеспечению мониторинга государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 и сводного и обзорного картографирования на территории Российской Федерации». 2024 г.

Раздел 1. Общие сведения и геологическая характеристика объекта

Серия листов ГК-1000/3 или ГК-200/2	Уральская серия ГК-1000/3
Номенклатура листа	Р-40 (Североуральск)
Структурная привязка	Мезенская синеклиза, Кельтменско-Удорская зона дислокаций, Кельменский вал
Комплекс, серия, свита, массив, фаза внедрения; формационная принадлежность объекта исследований	Джежимская свита

<p><i>Краткая геологическая характеристика</i></p>	<p><i>Фрагмент геологической карты масштаба 1:1 000 000 (усл. обозначения см. к ГК листа Р-40)</i></p>
<p>В Джежимпарминском районе на Джежимпарминском и Вадьявожском поднятиях в основании вскрытого разреза обнажается джежимская свита (R3dž), стратотип которой описан Б. В. Милорадовичем на Джежимпарминском поднятии в 1938 г.</p> <p>В разрезе свиты выделяются три подсвиты. Для нижней характерны розовые и светло-коричневые аркозовые и полевошпатово-кварцевые песчаники, содержащие линзы гравелитов, тонкие прослои и пласты алевролитов и глинистых сланцев (мощность более 750 м). Выходы средней подсвиты (мощностью 450-500 м) протягиваются в СВ направлении полосой шириной 0,8-1,5 км. Она представлена переслаиванием светлых кварцитовидных песчаников, темно-серых аргиллитов и глинистых сланцев. В верхней части разреза средней подсвиты встречены прослои бордовых аргиллитов и темно-серых доломитов. Верхняя подсвита сложена кварцитовидными светлыми песчаниками с редкими прослоями глинистых сланцев (100 м). Отложения ее вскрыты в разрозненных горных выработках и скважинах. В единичных выработках в нижней части разреза встречены гравелиты, состоящие из обломков аналогичных песчаников.</p> <p>Общая мощность джежимской свиты свыше 1350 м. Согласно Легенде Тиманской серии листов масштаба 1:200 000 возраст свиты принимается позднерифейским [Водолазская, Иванов, 2005], [Кириллин, Жарков, Шумилов, 2018].</p> <p>Данный паспорт содержит сведения о составе песчаников и U-Pb изотопного датирования детритовых цирконов из этих пород. Крупнозернистые песчаники отобраны из нижней части средней подсвиты джежимской свиты в карьере Вадьявож в окрестностях Белоборска.</p> <p>Коренной выход высотой 1 м и протяженностью 4 м расположен в центральной части карьера на небольших увалах. Здесь обнажаются мелкогалечные гравелиты – сильно ожелезненные, брекчированные. Обломки размером до 4-5 мм сложены кварцем и кварцитами. В южной части обнажения виден достаточно резкий переход от гравелитов к грубозернистым песчаникам, которые, в свою очередь, сменяются более мелкозернистыми песчаниками.</p>	
	<p><i>Фрагмент геологической карты масштаба 1:200 000 (усл. обозначения см. к ГК листа Р-40-XXVI)</i></p>
	

<i>№ пробы</i>	<i>Полевое определение горной породы</i>	<i>Географическая и координатная привязка пункта отробования, автор пробы, коллекция</i>
ST17-4	Крупнозернистый песчаник	Карьер Вадьявож в окрестностях Белоборска; x=10419218.95; y=6797196.258; Соболева А.А.



Карьер Вадьявож. Коренные выходы песчаников с прослоями гравелитов, относящихся к джежимской свите

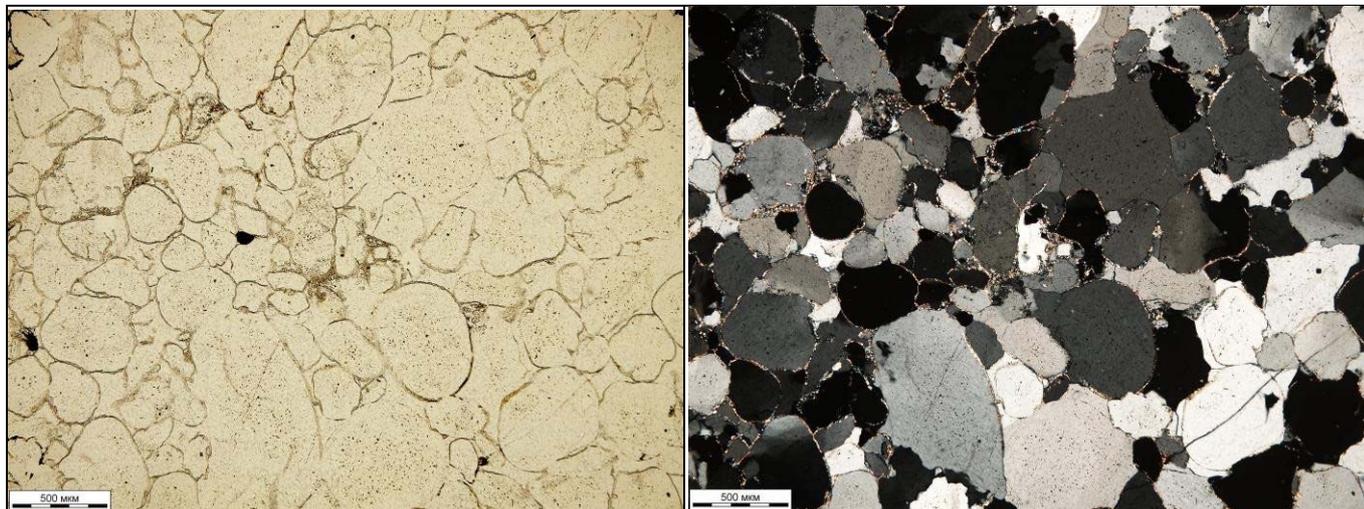


Выход джежимской свиты в карьере Вадьявож. Переход от гравелитов к песчаникам (фото слева), мелкогалечный гравелит (фото справа). Место отбора обр. ST17-4

Раздел 2. Петрогеохимическая характеристика породы

Тип горных пород	Осадочная горная порода
Уточнённое наименование горной породы	Кварцевый песчаник
Структура	Псаммитовая крупнозернистая
Текстура	Массивная
Акцессорные минералы	Циркон, монацит, турмалин

Цифровое изображение и микропетрографическое описание породы (шлиф ST17-4)



По химическому составу песчаники соответствуют кварцевым ареникам. Текстура породы однородная, структура – бластопсаммитовая неравномерная средне-крупнозернистая. Обломки хорошо окатаны, сортировка средняя. Они составляют около 90% и представлены кварцем (98%), кислым плагиоклазом, щелочным полевым шпатом пертитового строения и фрагментами метаморфизованных глинистых алевролитов. Акцессорные минералы – циркон, монацит, турмалин. Цемент породы контактовый и поровый, серицитовый и регенерационный кварцевый. Вторичные минералы представлены серицитом и неравномерно распределенными гидроксидами железа.

Содержания петрогенных окислов (вес. %)

Компонент	Номер пробы
	ST17-4
SiO ₂	98.8
TiO ₂	<0.01
Al ₂ O ₃	0.65
Fe ₂ O ₃ общ	0.54
Fe ₂ O ₃	<0.3
FeO	<0.25
MnO	<0.01
MgO	0.19

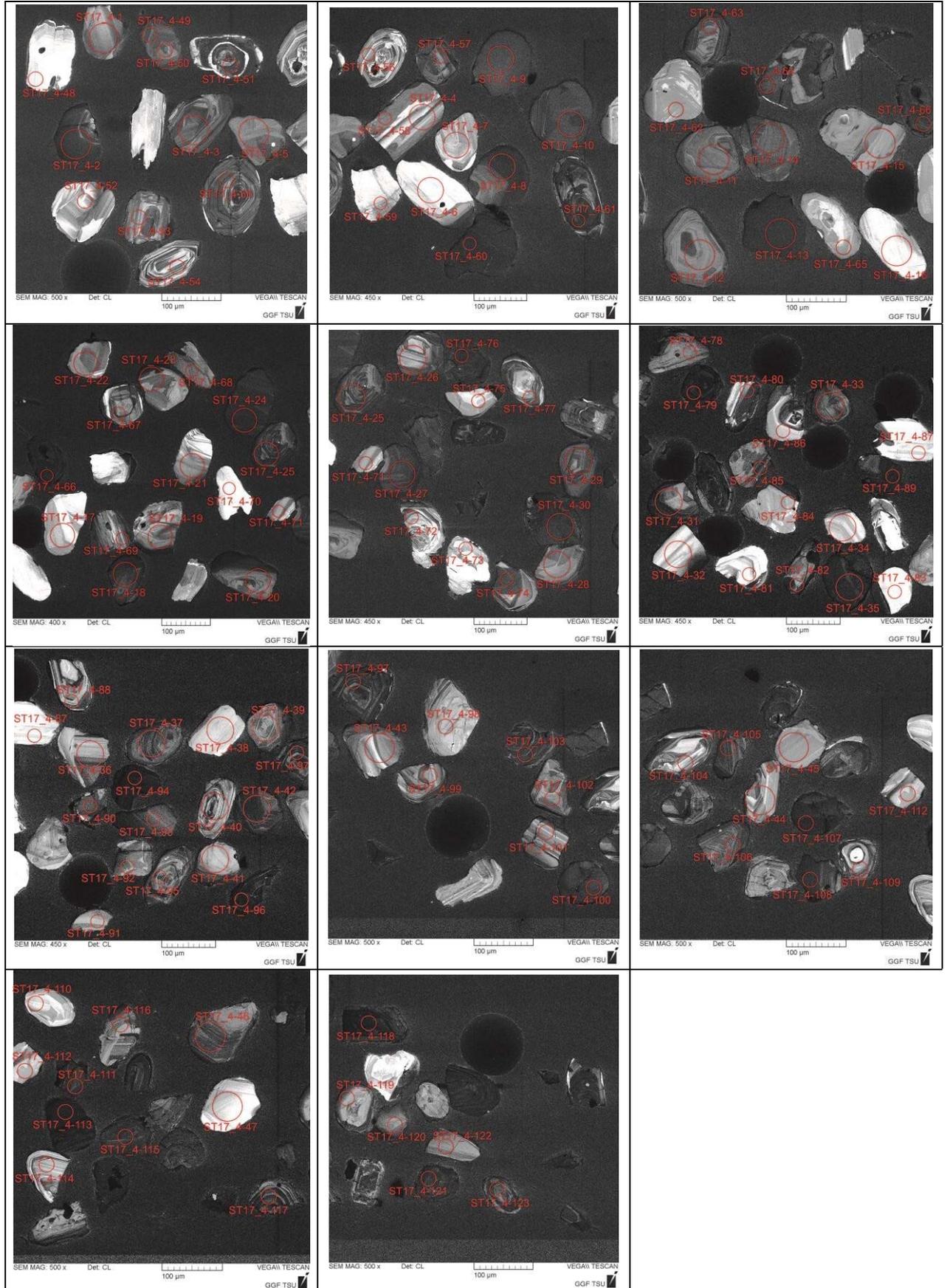
Компонент	Номер пробы
	ST17-4
CaO	0.13
Na ₂ O	<0.1
K ₂ O	0.34
P ₂ O ₅	<0.05
п.п.п.	0.23
Σ	101
V	0.024
Ba	<0.005

Рентгеноспектральный флуоресцентный, гравиметрический, титриметрический;
«Институт Карпинского» (г. Санкт-Петербург)

Раздел 3. Результаты изотопного датирования детритовых цирконов из мелкогалечных гравелитов джежимской свиты

Вид анализа: лазерная абляция (LA-ICP-MS), U-Pb метод по цирконам.
Аналитический центр: Томский государственный университет (г. Томск).

Морфологические типы циркона (катодолюминесцентное изображение)



Характеристика цирконов (проба ST17-4).

Зерна циркона имеют размер 50-200 мкм при коэффициенте удлинения 1-3. Цирконы хорошо и средне окатанные, единичные сохранили бипирамидально-призматический габитус. Для большинства зерен циркона характерна осцилляционная зональность, реже встречаются зерна с секториальной и лоскутной зональностью.

Проанализировано 123 зерна циркона. Результаты всех анализов показаны на диаграмме Аренса-Везерилла. Возраст зерен циркона оценивался по отношению $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, поскольку все датировки ($^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$) превышают 1000 млн лет. Эллипсы погрешностей 14 точек (выделены красным) соответствуют анализам с дискордантностью $-10\% > D > 10\%$ (рассчитана по формуле $D = 100 * (\text{возраст } ^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} / \text{возраст } ^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} - 1)$). Эти точки исключены из дальнейшего рассмотрения. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ возрасты по оставшимся 109 зернам попадают во временной интервал 3116-1396 млн лет (таблица, гистограмма). Возраст подавляющего большинства зерен циркона отвечает раннему протерозою (58%) и позднему архею (39%). Небольшое количество датировок относится к раннему рифею (3%). Главные максимумы плотности вероятности составляют 1925 и 2642 млн лет, небольшие пики – 1684 и 2917 млн лет. Среди раннепротерозойских датировок преобладают позднекарельские (50% всех зерен), на раннекарельские приходится 8%. Зерна циркона с позднеархейскими возрастными распределяются следующим образом: 32% относятся к позднему лопию, 6% - к среднему лопию и 1% – к раннему лопию. Средневзвешенный возраст двух наиболее молодых зерен циркона составляет 1431 ± 51 (2 σ , СКВО = 3,1), что соответствует середине раннего рифея.

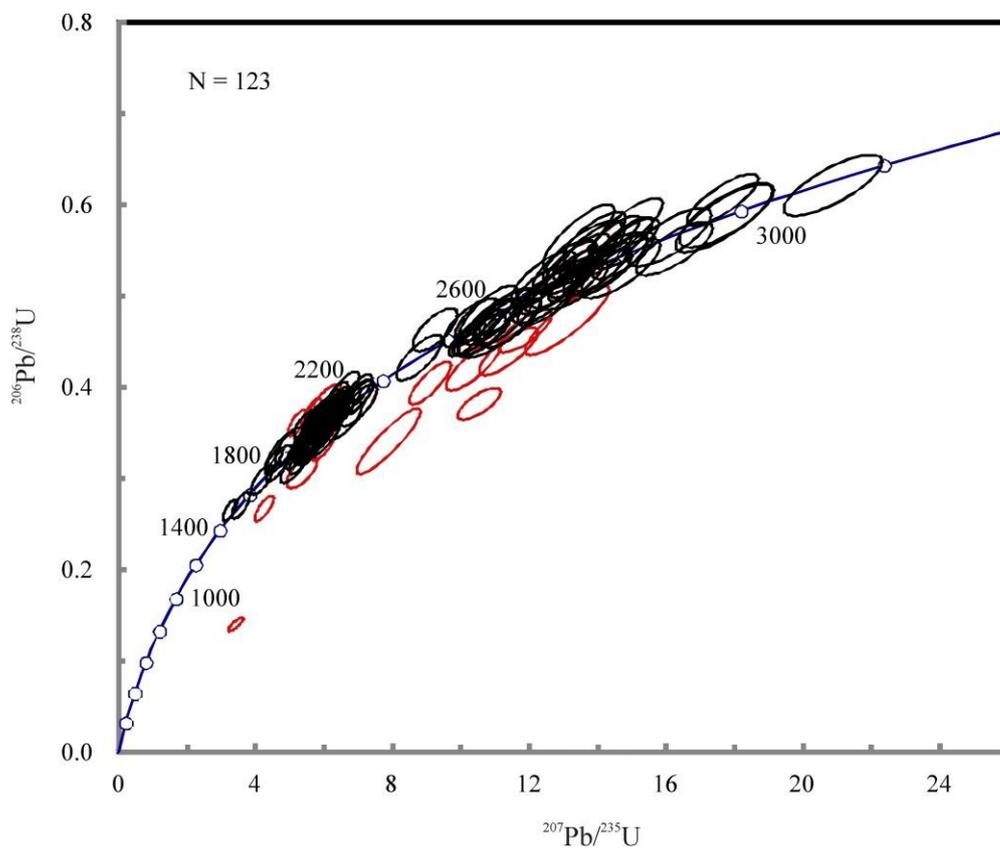
Таблица результатов U-Pb датирования (проба ST17-4)

№ п/п	№ точки анализа	Изотопные отношения						Rho	Возраст, млн. лет						D %
		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ %	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ %	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ %		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ	
1	ST17-4-1	0.1862	2.467	14.4989	4.140	0.5650	3.324	0.80	2695	41	2773	115	2877	96	-6
2	ST17-4-2	0.1750	2.706	12.2520	4.609	0.5080	3.731	0.81	2588	45	2614	120	2638	98	-2
3	ST17-4-3	0.1969	3.015	14.7622	4.903	0.5440	3.866	0.79	2801	49	2790	137	2789	108	0
4	ST17-4-4	0.1863	2.369	13.2999	4.113	0.5180	3.362	0.82	2702	39	2698	111	2690	90	0
5	ST17-4-5	0.1274	2.486	6.3911	4.588	0.3640	3.856	0.84	2048	44	2024	93	1995	77	3
6	ST17-4-6	0.1689	3.634	10.6378	5.428	0.4570	4.032	0.74	2512	61	2477	134	2415	97	4
7	ST17-4-7	0.1244	2.760	6.0983	4.262	0.3557	3.247	0.76	2000	49	1980	84	1958	64	2
8	ST17-4-8	0.1278	2.552	6.7282	4.336	0.3820	3.506	0.81	2056	45	2074	90	2087	73	-1
9	ST17-4-9	0.1634	2.644	10.2013	4.385	0.4530	3.498	0.80	2480	45	2448	107	2400	84	3
10	ST17-4-10	0.2439	3.586	20.8742	5.639	0.6210	4.352	0.77	3116	57	3099	175	3097	135	1
11	ST17-4-11	0.1270	2.784	6.5111	4.707	0.3720	3.796	0.81	2037	49	2038	96	2033	77	0
12	ST17-4-12	0.1258	3.031	6.2935	5.501	0.3630	4.591	0.83	2023	54	1997	110	1985	91	2
13	ST17-4-13	0.1878	3.297	14.8564	5.688	0.5740	4.635	0.81	2711	54	2780	158	2903	135	-7
14	ST17-4-14	0.1315	3.130	7.0317	5.002	0.3880	3.902	0.78	2105	55	2100	105	2106	82	0
15	ST17-4-15	0.1210	3.375	6.3035	5.217	0.3780	3.978	0.76	1956	60	2011	105	2059	82	-5
16	ST17-4-16	0.1653	3.301	10.3883	5.071	0.4560	3.850	0.76	2489	56	2454	124	2412	93	3
17	ST17-4-17	0.1954	3.327	14.1381	5.055	0.5250	3.806	0.75	2761	54	2740	139	2709	103	2
18	ST17-4-18	0.1301	3.453	6.9748	5.374	0.3890	4.117	0.77	2084	61	2092	112	2112	87	-1
19	ST17-4-19	0.1688	3.183	11.0270	5.052	0.4740	3.924	0.78	2554	53	2524	128	2491	98	3
20	ST17-4-20	0.1236	2.927	6.3538	4.611	0.3730	3.563	0.77	1985	52	2015	93	2037	73	-3
21	ST17-4-21	0.1183	3.203	5.6737	4.925	0.3480	3.741	0.76	1910	57	1915	94	1918	72	0
22	ST17-4-22	0.1916	2.649	14.8137	4.494	0.5610	3.631	0.81	2739	44	2788	125	2861	104	-4
23	ST17-4-23	0.1900	2.571	14.2449	4.268	0.5440	3.406	0.80	2727	42	2756	118	2793	95	-2
24	ST17-4-24	0.1148	2.798	5.8223	4.930	0.3680	4.059	0.82	1860	50	1933	95	2014	82	-8
25	ST17-4-25	0.1186	3.196	6.1458	4.772	0.3760	3.544	0.74	1913	57	1992	95	2059	73	-7
26	ST17-4-26	0.1181	3.048	6.2013	4.650	0.3810	3.512	0.76	1917	55	2000	93	2074	73	-8
27	ST17-4-27	0.1109	3.743	5.4870	5.234	0.3590	3.659	0.70	1775	68	1887	99	1980	72	-10
28	ST17-4-28	0.1817	3.136	13.8730	5.059	0.5540	3.970	0.78	2644	52	2722	138	2828	112	-7
29	ST17-4-29	0.1035	2.704	4.5745	4.282	0.3207	3.320	0.78	1681	50	1739	74	1789	59	-6
30	ST17-4-31	0.1189	2.871	6.3416	4.850	0.3870	3.909	0.81	1923	51	2019	98	2103	82	-9
31	ST17-4-32	0.1592	2.821	10.4218	4.683	0.4750	3.738	0.80	2435	48	2476	116	2494	93	-2
32	ST17-4-34	0.1180	3.453	5.9846	5.704	0.3680	4.540	0.80	1909	62	1950	111	2008	91	-5
33	ST17-4-35	0.1137	2.658	5.7023	4.245	0.3639	3.311	0.78	1840	48	1939	82	2011	67	-9
34	ST17-4-36	0.1790	3.338	13.9136	5.264	0.5640	4.071	0.77	2623	55	2738	144	2870	117	-9
35	ST17-4-37	0.1158	3.020	5.9050	4.686	0.3700	3.583	0.76	1880	54	1976	93	2032	73	-7
36	ST17-4-38	0.1162	3.174	5.9414	5.133	0.3710	4.035	0.79	1885	57	1949	100	2026	82	-7
37	ST17-4-39	0.1195	3.095	5.8466	5.195	0.3550	4.173	0.80	1931	55	1945	101	1948	81	-1
38	ST17-4-40	0.1287	3.117	6.9884	5.133	0.3940	4.077	0.79	2055	55	2098	108	2133	87	-4
39	ST17-4-41	0.1811	2.988	13.5277	4.895	0.5420	3.877	0.79	2648	50	2711	133	2779	108	-5
40	ST17-4-42	0.1171	2.750	6.0035	4.506	0.3720	3.570	0.79	1893	49	1968	89	2033	73	-7
41	ST17-4-43	0.1139	3.567	5.7296	5.247	0.3650	3.848	0.73	1847	64	1938	102	2008	77	-8
42	ST17-4-44	0.2119	2.826	17.6682	4.787	0.6050	3.864	0.81	2914	46	2964	142	3035	117	-4
43	ST17-4-45	0.1825	2.968	13.2298	4.822	0.5260	3.801	0.79	2654	49	2689	130	2714	103	-2

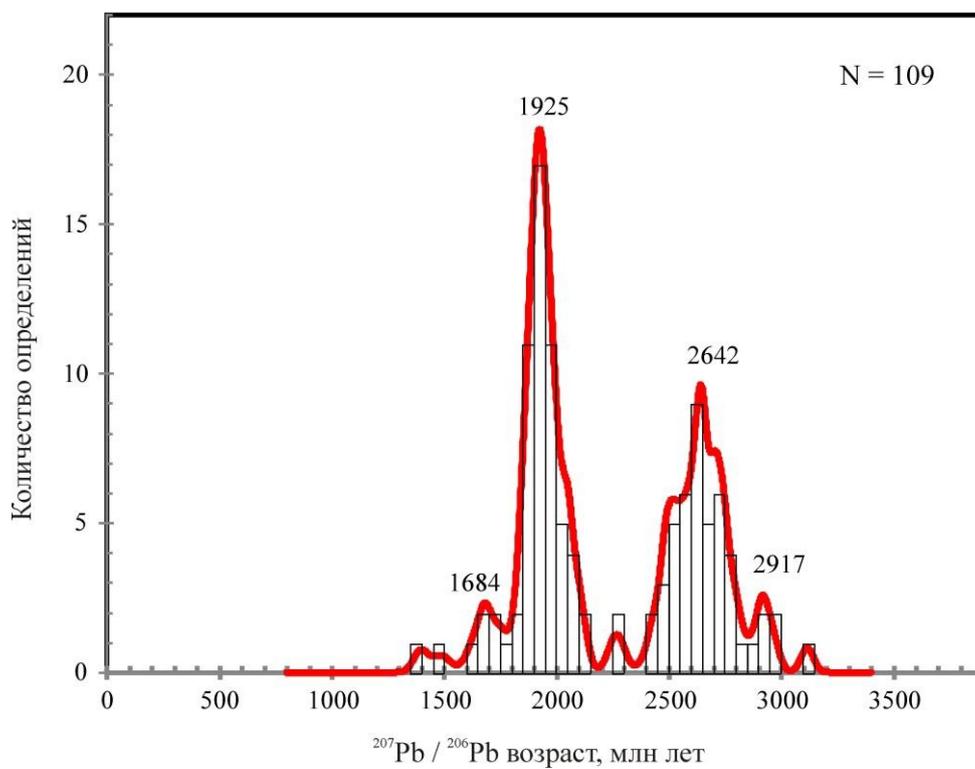
№ п/п	№ точки анализа	Изотопные отношения						Rho	Возраст, млн. лет						D %
		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ %	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ %	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ %		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ	
44	ST17-4-46	0.1195	2.937	6.0277	4.654	0.3660	3.610	0.78	1932	52	1977	92	2005	72	-4
45	ST17-4-47	0.1211	3.136	6.3755	5.042	0.3820	3.947	0.78	1953	56	2022	102	2076	82	-6
46	ST17-4-48	0.1594	4.321	10.3250	6.386	0.4700	4.702	0.74	2413	73	2468	158	2479	117	-3
47	ST17-4-49	0.1158	3.679	5.2506	5.970	0.3290	4.702	0.79	1880	66	1876	112	1825	86	3
48	ST17-4-50	0.1173	3.147	5.8359	5.583	0.3610	4.611	0.83	1895	56	1960	109	1975	91	-4
49	ST17-4-53	0.1452	4.051	9.2652	5.822	0.4630	4.181	0.72	2257	70	2372	138	2440	102	-8
50	ST17-4-54	0.1731	3.608	13.4550	6.319	0.5640	5.188	0.82	2562	60	2704	171	2860	148	-10
51	ST17-4-55	0.1160	3.673	5.5794	5.795	0.3490	4.482	0.77	1866	66	1915	111	1920	86	-3
52	ST17-4-56	0.1816	3.189	12.6891	5.175	0.5070	4.075	0.79	2649	53	2681	139	2632	107	1
53	ST17-4-57	0.1191	3.025	5.8763	5.333	0.3580	4.392	0.82	1918	54	1958	104	1964	86	-2
54	ST17-4-58	0.1809	3.570	12.5654	5.432	0.5040	4.093	0.75	2630	59	2651	144	2621	107	0
55	ST17-4-59	0.1775	3.687	11.4975	5.975	0.4700	4.702	0.79	2595	61	2569	154	2467	116	5
56	ST17-4-60	0.1678	3.427	10.8692	5.515	0.4700	4.321	0.78	2505	57	2507	138	2470	107	1
57	ST17-4-62	0.1237	3.929	6.2737	6.192	0.3680	4.786	0.77	1988	70	2006	124	2008	96	-1
58	ST17-4-63	0.1209	3.615	5.4152	6.427	0.3250	5.314	0.83	1940	64	1882	121	1802	96	8
59	ST17-4-64	0.1737	3.985	12.4243	6.152	0.5190	4.687	0.76	2560	66	2634	162	2688	126	-5
60	ST17-4-65	0.1316	4.742	6.5837	6.776	0.3630	4.840	0.71	2078	83	2043	138	1983	96	5
61	ST17-4-67	0.2138	3.693	16.2355	5.671	0.5510	4.304	0.76	2901	60	2876	163	2811	121	3
62	ST17-4-68	0.1833	3.266	12.9342	5.333	0.5120	4.216	0.79	2656	54	2671	142	2650	112	0
63	ST17-4-69	0.1209	3.377	5.7485	5.244	0.3450	4.012	0.77	1951	60	1952	102	1905	76	2
64	ST17-4-70	0.1845	3.714	12.5611	5.847	0.4940	4.516	0.77	2657	61	2632	154	2572	116	3
65	ST17-4-72	0.1726	4.009	11.2276	6.023	0.4720	4.495	0.75	2568	67	2535	153	2490	112	3
66	ST17-4-74	0.1939	4.145	14.3502	6.415	0.5370	4.896	0.76	2760	68	2760	177	2750	135	0
67	ST17-4-75	0.1165	4.574	5.4590	6.662	0.3400	4.844	0.73	1863	82	1875	125	1877	91	-1
68	ST17-4-76	0.1794	2.804	13.2276	4.686	0.5350	3.755	0.80	2634	47	2705	127	2754	103	-4
69	ST17-4-77	0.1875	3.302	13.3597	4.948	0.5170	3.685	0.74	2702	54	2713	134	2686	99	1
70	ST17-4-78	0.1695	3.171	11.2596	5.291	0.4820	4.236	0.80	2527	53	2545	135	2523	107	0
71	ST17-4-79	0.1253	3.193	6.2685	5.392	0.3630	4.344	0.81	2004	57	2029	109	2006	87	0
72	ST17-4-80	0.2196	3.910	17.7049	6.496	0.5850	5.187	0.80	2950	63	2962	192	2940	153	0
73	ST17-4-81	0.1208	5.229	5.7936	7.820	0.3480	5.815	0.74	1895	93	1919	150	1909	111	-1
74	ST17-4-82	0.1076	3.850	4.6860	6.431	0.3160	5.151	0.80	1725	70	1755	113	1760	91	-2
75	ST17-4-83	0.1205	4.997	5.7460	6.734	0.3460	4.514	0.67	1891	89	1924	130	1905	86	-1
76	ST17-4-84	0.1634	3.924	10.8093	6.508	0.4800	5.192	0.80	2491	66	2509	163	2510	130	-1
77	ST17-4-86	0.1192	4.721	5.5362	6.243	0.3370	4.084	0.65	1884	84	1904	119	1880	77	0
78	ST17-4-87	0.1227	2.869	5.5635	4.594	0.3290	3.588	0.78	1981	51	1925	88	1829	66	8
79	ST17-4-89	0.1212	4.245	5.8796	6.339	0.3520	4.707	0.74	1934	76	1964	124	1945	92	-1
80	ST17-4-90	0.1479	3.982	8.8056	6.261	0.4320	4.832	0.77	2279	68	2313	145	2299	111	-1
81	ST17-4-91	0.1204	3.949	5.9238	5.914	0.3570	4.402	0.74	1936	70	1969	116	1956	86	-1
82	ST17-4-92	0.1256	4.725	5.9892	7.307	0.3460	5.574	0.76	1985	84	1952	143	1899	106	5
83	ST17-4-93	0.1238	4.082	6.2788	6.290	0.3680	4.786	0.76	1964	72	2007	126	2008	96	-2
84	ST17-4-94	0.1023	4.131	4.2014	6.106	0.2980	4.496	0.74	1636	76	1679	103	1674	75	-2
85	ST17-4-95	0.1050	4.680	4.7320	7.497	0.3270	5.857	0.78	1654	86	1755	132	1808	106	-9
86	ST17-4-96	0.1777	3.738	13.0288	5.793	0.5320	4.425	0.76	2612	62	2689	156	2732	121	-4
87	ST17-4-97	0.1936	3.257	14.8616	5.244	0.5570	4.110	0.78	2753	53	2810	147	2840	117	-3

№ п/п	№ точки анализа	Изотопные отношения						Rho	Возраст, млн. лет						D %
		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ %	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ %	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ %		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ	
88	ST17-4-98	0.1219	3.983	6.1320	5.880	0.3650	4.326	0.74	1948	71	1992	117	2007	87	-3
89	ST17-4-99	0.1219	3.825	6.2664	5.899	0.3730	4.491	0.76	1950	68	2021	119	2033	91	-4
90	ST17-4-100	0.1237	3.929	6.2226	5.500	0.3650	3.848	0.70	1976	70	2020	111	2006	77	-1
91	ST17-4-102	0.1212	4.808	6.0133	6.846	0.3600	4.874	0.71	1921	86	1977	135	1993	97	-4
92	ST17-4-104	0.1917	3.535	13.9760	5.679	0.5290	4.445	0.78	2734	58	2744	156	2732	121	0
93	ST17-4-105	0.0899	3.377	3.2759	5.026	0.2644	3.722	0.74	1396	65	1489	75	1508	56	-7
94	ST17-4-106	0.1211	3.928	6.5424	6.365	0.3920	5.008	0.79	1948	70	2049	130	2127	107	-8
95	ST17-4-107	0.1214	4.158	5.6718	6.601	0.3390	5.126	0.78	1934	74	1927	127	1882	96	3
96	ST17-4-108	0.1196	3.651	5.5383	6.104	0.3360	4.892	0.80	1939	65	1912	117	1869	91	4
97	ST17-4-109	0.1818	4.245	12.5026	6.439	0.4990	4.841	0.75	2642	70	2630	169	2591	125	2
98	ST17-4-110	0.1807	4.863	13.5974	7.218	0.5460	5.334	0.74	2630	81	2709	196	2800	149	-6
99	ST17-4-111	0.1230	4.344	5.8314	6.280	0.3440	4.535	0.72	1957	77	1951	123	1908	87	3
100	ST17-4-112	0.1088	4.793	5.0232	6.857	0.3350	4.904	0.72	1722	87	1809	124	1861	91	-7
101	ST17-4-113	0.0961	4.382	3.5760	6.309	0.2700	4.539	0.72	1488	82	1532	97	1533	70	-3
102	ST17-4-114	0.2008	4.108	14.6671	6.433	0.5300	4.950	0.77	2796	67	2784	179	2720	135	3
103	ST17-4-115	0.1888	4.096	13.3223	6.003	0.5120	4.388	0.73	2699	67	2699	162	2662	117	1
104	ST17-4-116	0.1682	4.396	10.6401	6.361	0.4590	4.597	0.72	2510	74	2501	159	2434	112	3
105	ST17-4-117	0.2072	3.988	16.1055	6.166	0.5640	4.702	0.76	2855	65	2871	177	2864	135	0
106	ST17-4-119	0.1339	4.083	7.0125	6.378	0.3800	4.900	0.77	2103	71	2095	134	2075	102	1
107	ST17-4-121	0.2192	4.049	17.7633	6.320	0.5880	4.853	0.77	2954	65	2959	187	2960	144	0
108	ST17-4-122	0.1720	5.899	11.1412	8.919	0.4700	6.689	0.75	2532	99	2507	224	2470	165	3
109	ST17-4-123	0.1191	4.071	5.1212	6.159	0.3120	4.622	0.75	1904	73	1828	113	1742	81	9

Диаграмма Аренса-Везерилла с конкордией (проба ST17-4)



Гистограмма и кривая плотности вероятности (проба ST17-4)



Выводы по изотопному датированию пород и рекомендации

Резкое преобладание в песчаниках средней подсветы джежимской свиты древних цирконов позднеархейского и раннепротерозойского возраста ставит вопрос об исключительности тектонического блока, в пределах которого развита джежимская свита (Джежимпарминского поднятия) и особенностях палеогеографических условий накопления обломочного материала. По возрастным спектрам циркона песчаники джежимской свиты не похожи на верхнерифейские песчаники Среднего и Северного Тимана [Андреичев и др., 2014, 2017, 2018, Брусницына и др., 2021, Соболева и др., 2019, Brusnitsyna et al., 2022], с которыми их коррелируют [Гецен, 1987 и др.]. Их отличает полное отсутствие зерен средне- и позднеархейского возраста, незначительное количество раннерифейских цирконов и преобладание зерен с раннепротерозойскими и позднеархейскими возрастами.

Зерна детритовых цирконов из песчаников джежимской свиты по возрастному спектру отвечают магматическим комплексам, одновозрастным известным в настоящее время в пределах фундамента Восточно-Европейской платформы (ВЕП). Для изученных детритовых цирконов характерно преобладание зерен двух возрастных групп - раннепротерозойской и позднеархейской. Возрастной диапазон первой соответствует времени сочленения палеоконтинентов, составивших фундамент ВЕП, – Сарматии, Волго-Уралии и Фенноскандии. Цирконы с позднеархейскими возрастами могут происходить из древних кристаллических комплексов Фенноскандии (известные возрасты 2.60–3.5 млрд. лет), Волго-Уралии (2.60–3.5 млрд. лет) и Сарматии (2.50–3.8) [Кузнецов и др., 2010].

Наличие небольшого числа зерен циркона раннерифейского возраста может свидетельствовать об участии материала разрушавшихся магматических пород этого возраста, известных в пределах как Фенноскандинавского, так и Волго-Уральского блоков ВЕП [Bogdanova et al., 2008 и др.].

Полученные результаты ставят вопрос о необходимости дополнительных исследований для уточнения стратиграфии и палеогеографии докембрия Южного Тимана.

Литература

- Андреичев В. Л., Соболева А. А., Герелс Дж. U-Pb возраст и источники сноса обломочных цирконов из верхнедокембрийских отложений Северного Тимана // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22, № 2. С. 32–45.
- Андреичев В. Л., Соболева А. А., Хоуриган Дж. К. Результаты U-Pb (LA-ICP-MS) датирования детритовых цирконов из терригенных отложений верхней части докембрийского фундамента Северного Тимана // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2017. Т. 92, вып. 1. С. 10–20.
- Андреичев В. Л., Соболева А. А., Хубанов В. Б., Соболев И. Д. U-Pb (LA-ICP-MS) возраст детритовых цирконов из метасадочных пород основания верхнедокембрийского разреза Северного Тимана // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2018. Т. 93, вып. 2. С. 14–26.
- Брусницына Е.А., Ершова В.Б., Худoley А.К., Андерсон Т., Маслов А.В. Возраст и источники сноса пород четласской серии (рифей) Среднего Тимана по результатам U-Th-Pb (LA- ICP-MS) датирования обломочных цирконов // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2021. Т. 29. № 6, с. 1–23.
- Водолазская В.П., Иванов В.Н., Петров Г.А., Зархидзе Д.В. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Уральская серия – Лист Р-40 (Североуральск). Объяснительная записка. - СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2005. 332 с. (МПР РФ, Федеральное агентство по недропользованию, ФГУП «ВСЕГЕИ», ЗАО «МИРЕКО», ОАО «УГСЭ»)
- Гецен В. Г. Тектоника Тимана. Л.: Наука, 1987. 172 с.
- Кириллин С.И., Жарков В.А., Шумилов А.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Издание второе. Масштаб 1 : 200 000. Серия Тиманская. Лист Р-40-XXVI (Канава). Объяснительная записка. – М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2018. 105 с.
- Кузнецов Н.Б., Натанов Л.М., Белоусова Е.А., Гриффин У.Л., О`Рейли С., Куликова К.В., Соболева А.А., Удоратина О.В. Первые результаты U/Pb датирования и изотопно-геохимического изучения детритных цирконов из позднедокембрийских песчаников Южного Тимана (увал Джежим- Парма) // Доклады РАН, 2010, том 435, № 6, с. 798–805
- Соболева А.А., Андреичев В.Л., Бурцев И.Н., Никулова Н.Ю., Хубанов В.Б., Соболев И.Д. Детритовые цирконы из верхнедокембрийских пород вымской серии Среднего Тимана (U-Pb возраст и источники сноса) // Бюлл. МОИП. 2019. Т.94. Вып. 1. С. 3-16.
- Bogdanova S. V., Bingen B., Gorbatshev R. et al. The East European Craton (Baltica) before and during the assembly of Rodinia // Precambrian Res. 2008. Vol. 160. P. 23–45.
- Brusnitsyna E, Ershova V., Khudoley A., Maslov A., Andersen T., Stocklie D., Kristoffersend M. Age and provenance of the Precambrian Middle Timan clastic succession: Constraints from detrital zircon and rutile studies. Precambrian Research. 2022. V. 371. Article 106580.