



ПЛАТИНОМЕТАЛЛЬНО-АЛМАЗОНОСНАЯ БОЛЬШЕПАТОКСКАЯ ПРОВИНЦИЯ (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Д. г.-м. н. **Б. А. Голдин**
goldin@presidium.komisc.ru

К. г.-м. н. **Е. П. Калинин**
minraw@geo.komisc.ru

На Приполярном Урале, в пределах западной континентальной рифтовой системы северо-западного (тиманского) и наложенного на него субмеридионального (уральского) направлений, непосредственно к востоку от полосы карбонатных отложений позднего ордовика, силура и девона развиты породы двух формаций — трапповой и щелочно-базальтоидной. Они представлены как интрузивной, так и вулканической (эффузивной) фациями (см. рисунок). Последняя по типу магматизма представляет собой аналог Меймеча-Катуйской провинции Сибирской платформы и магистрали Южной Африки, которые сформировались в краевых частях платформ и сопровождалась алмазосными кимберлитами [1—4].

Несомненный интерес вызывает вангырьюско-сedyюская формация щелочных базальтоидов — аналог Меймеча-Катуйской провинции — как наиболее благоприятная для нахождения в ней кимберлитовых тел. В пределах рифтовой зоны в области Вангырьюских озер и в водораздельной части рек Сedyю и Большой Паток отмечаются жерловые фации, трубки взрыва и субвулканические тела, покровные, околожерловые и экструзивные фации (см. рисунок). Именно в составе пород базальтоидной формации обнаружены эксклюзивные брекчии, содержащие ультрамафитовые кимберлиты, обломки базанитов, авгититов, эклогитов и мегакристы шпинели, гранатов, сапфира, диоксида, платины — показатели высоких термодинамических условий формирования. Здесь Б. А. Голдиным были найдены единичные зерна алмаза и его генетические спутники: пикроильмениты, хромистые пиропы, Fe—Zn-шпинели, коэсит, хромгроссуляры и содержащий оксид цинка хроммагнетит, имеющий важное поисковое значение [5].

Проявление кимберлитового магматизма отмечено нами на западном склоне севера Урала в бассейне р. Большой Паток. Здесь на одном из ручьев (обн. 1790, Pt 0.5 мас. %), впадающем

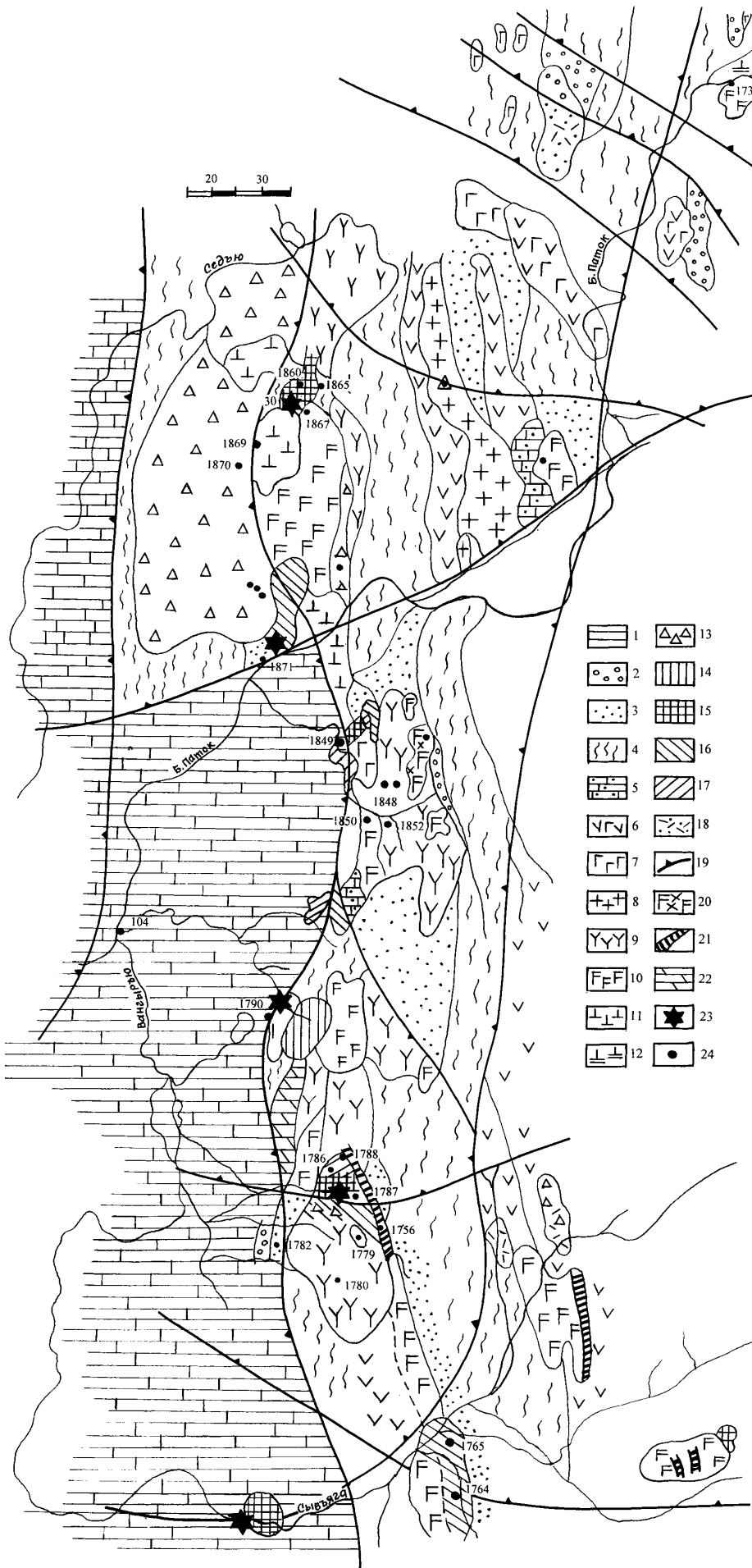
в систему Вангырьюских озер, обнажается небольшая (20—30 см) как бы «приваренная» к щелочным базальтоидам полоса эксплозивных брекчий, в которых был найден обломок кристалла алмаза. Выше по ручью до его истоков фиксируется крупное овально-округлое тело (2.0 × 1.0 км в плане) эруптивных брекчий с серпентин-клинохлор-флогопит-диопсидовым цементом, перспективных на алмазы и платину.

В 1980 г. Б. А. Голдиным был вновь обнаружен кристалл алмаза вместе с платиной уже в русловых песках этого ручья, рассекающего всю полосу щелочных базальтоидов, интерпретируемых как палеовулкан (обн. 1786). Здесь в его строении принимают участие вулканы основного и щелочно-ультраосновного составов. В современном эрозионном срезе отчетливо выделяются жерловая и прижерловая фации, а также субинтрузивное тело лерцолитовых клинопироксенитов. Центральная жерловина диаметром 870 м сложена кальцит-лейцит-диопсидовыми образованиями и окружена зоной брекчий того же состава, образующих полузамкнутый контур шириной 100 м. Брекчии характеризуются однородностью обломков размером до 25 см, но имеющих разнообразную форму: овальную, угловатую. Брекчии сменяются туфами, которые локализуются в понижениях древнего вулканического рельефа. Мощности туфовых образований колеблется от нескольких до 120 м. Нижняя часть тела сложена беспорядочно расположенными отдельными обломками и глыбами щелочно-базальтоидных вулкаников и пород субстрата. Центральная часть тела изобилует кальцитовыми и гематитовыми прожилками, содержит вкрапленность Zn—Fe-шпинели, гроссуляра и перовскита. К востоку прослеживаются дайки пикритодолеритов, сменяющихся мелкозернистыми клинопироксенитами с прожилково-вкрапленным халькопирит-пирит-пирротинным оруденением. К югу по левому борту ручья расположено тело ванадийсодержащих эссексит-долеритов,

между которыми и песчаниками лаптопайской свиты наблюдаются полевошпатовые метасоматиты с прожилково-вкрапленной пирит-пирротиновой минерализацией с Ir, Pt, Os, Ru, Ni, Ta, Nb (обн. 1787). К западу размещаются карбонатиты с TR (см. рисунок).

Трубчатое тело эруптивных брекчий щелочно-базальтоидного состава расположено к северо-востоку от озера Сиговое (самого северного из Вангырьюских озер). Вмещающими породами являются шпинель-диопсидовые клинопироксениты, лейкократовые долериты, песчаники. В клинопироксенитах содержатся платиноиды, Au и теллуриды Au, Ag, Cu. К северо-востоку и востоку в пределах эродированной зоны в экзоконтакте интрузивных щелочно-базальтоидных брекчий развито прожилково-вкрапленное оруденение халькопирит-зигенит-пирротиновой ассоциации, приуроченное к трахибазальтам и трахидолеритам.

Значительную площадь на водоразделе рек Сedyю и Большой Паток занимает кальдера (см. рисунок), в пределах которой размещаются две формации — трапповая и щелочно-базальтоидная. Вулканические жерла цилиндрической, дайкообразной и более сложной формы имеют вертикальное и крутое залегание. Размеры их в поперечнике колеблются от нескольких сотен метров до нескольких километров (обычно 0.5—2.0 км). Они выполнены интрузивными брекчиями и лавобрекчиями. Субвулканическая фация представлена различными по составу и форме телами (силлами, локколитами, штоками, дайками). В центральной части среди пород субстрата, представленных рифейскими пестроокрашенными филлитами, размещается (обн. 30) овально-продолговатое тело эруптивных брекчий с угловатыми обломками, сцементированными флогопит-диопсидовыми клинопироксенитами. Наблюдается густая вкрапленность гроссуляра, шпинелидов, цинкхромсодержащего магнетита. Имеются определенные перспективы на алмазы и платину.



Геологическое строение рифтогенной золото-платиноидо-алмазоносной прогнозно-перспективной Вангырьюско-Большепатовской провинции (Приполярный Урал). 1 — карбонатные породы (O_{2-3}); 2 — конгломераты, кварцитопесчаники (O_1); 3 — песчаники, редкоземельниковые конгломераты (V_1); 4 — филлиты, серицитокварцевые сланцы (V); 5 — мраморы (TR, Ru , шпинель); 6 — базальты, долериты, трахибазальты (V); 7 — долериты, пикритодолериты; 8 — трахилипариты, микросиениты; 9 — трахибазальты, нефелиниты, базаниты; 10 — габбро-долериты, клинопироксениты; 11 — субщелочные пикритодолериты, щелочные клинопироксениты, ийолиты, меллитолиты, уртиты; 12 — карбонат-флогопитовые метасоматиты; 13 — интрузивные брекчии, лаобрекчии щелочно-ультраосновной формации, перспективные на алмазы; 14 — интрузивные брекчии с клинохлор-флогопит-диопсидовым цементом (алмазы, Pt); 15 — $Zn-Fe$ -шпинель-диопсидовые и гроссуляро-диопсидовые скарны (метасоматиты) с Cu, Pt, Ru, Ir, TR, Zn оруденением; 16 — пирит-халькопирит-пирротиновая минерализация с зигенитом, твердым раствором ($Pt + Ru + Ir + Os$); 17 — эруптивные брекчии щелочно-базальтоидной формации; 18 — гематитовое оруденение с наложенной сульфидной минерализацией, Ag, TR, Pt, Au ; 19 — разломы; 20 — титаномагнетит-апатитовое оруденение с Ru , шпинель, корунд, алмазы; 21 — лецит-пикриты — алмаз + коэсит; 22 — карбонатиты с Nb, TR ; 23 — места находок алмаза и платины; 24 — места взятия минералогических и геохимических проб

Номера обнажений с рудной и редкометалльной минерализацией, с проявлениями Au, Ag, Pt и алмазов

- 30 — брекчии с алмазами;
- 1786 — флогопит-диопсид-шпинель-гроссуляровые породы с алмазом и Pt ;
- 1738 — тешениты, карбонат-клинохлор-флогопитовые метасоматиты с $Ru, Ir, Os, Pt, Ag, Au, TR$;
- 104 — карбонатные метасоматиты с Bi, Mo, TR, Ru ;
- 1871 — пикритодолериты с $Cu-Ru-Ir$ оруденением;
- 1849 — $Zn-Fe$ -шпинель-диопсидовые скарны с $Cu-Ru$ оруденением;
- 1850 — нефелиниты (опробовать на алмазы);
- 1848 — трахибазальты с овально-круглыми образованиями размером 15×15 см;
- 1779, 1787, 1764, 1765 — Ru, Ir, Pt, Ag, Au ;
- 1790 — ультрамафитовые брекчии с алмазом, Pt (0.5 мас. %);
- 1788 — пикриты, пикритодолериты, клинопироксениты (авгититы) с Cu, Ni, Au, Pt ;
- 1756 — пикритолерцолиты с Cu, Ni и Au и Pt ;
- 1779, 1780 — авгититы (клинопироксениты) с $Pt-Au$ -пирротиновым оруденением)



Таблица 1

Химический состав магматитов и интрузивных брекчий Сивьягинско-Большепатокского района, мас. %

Компонент	1794-1	1851	1848	1756	1788	1788-а	1779	1786-а	1790-II	1790-III	1786
SiO ₂	44.41	37.50	43.22	37.48	38.28	46.67	43.88	43.70	40.60	41.94	45.28
TiO ₂	1.65	1.46	2.53	1.28	0.82	2.44	1.60	1.06	1.35	1.35	1.88
Al ₂ O ₃	13.98	12.64	14.22	5.45	7.16	14.42	13.58	11.85	17.19	14.43	19.24
Fe ₂ O ₃	2.71	1.76	2.09	5.25	5.54	3.44	3.21	4.06	4.25	2.56	3.43
FeO	7.92	6.47	8.62	6.69	7.87	6.03	8.22	4.75	7.11	9.12	5.40
MnO	0.23	0.20	0.17	0.32	0.26	0.17	0.25	0.15	0.21	0.26	0.14
MgO	10.96	8.25	7.35	28.11	25.87	7.01	12.07	3.90	12.45	14.88	6.34
CaO	9.41	15.60	10.49	4.44	4.50	12.44	8.97	14.78	7.62	6.01	8.18
Na ₂ O	2.65	3.24	3.03	0.08	0.06	0.54	2.42	3.07	1.87	2.32	2.19
K ₂ O	0.79	0.26	1.04	0.19	0.02	0.23	0.50	0.54	0.83	0.19	3.57
P ₂ O ₅	0.27	0.30	0.42	0.23	0.12	0.31	0.23	0.22	0.25	0.27	0.37
П.п.п.	4.90	11.81	6.48	9.22	8.44	3.38	5.34	11.07		н/оп	

Примечание. Цифры в заголовке — номера образцов: 1794-I, 1779 — пироксениты щелочные (тефриты); 1851 — нефелиниты (базаниты); 1848 — трахибазальт; 1756, 1788 — ультрамафиты (пикритолерцоциты); 1788-а — клинопироксениты; 1786 — лейцитовый клинопироксенит; 1786-а — субщелочной клинопироксенит; 1790-II, 1790-III — интрузивные брекчи повышенной щелочности.

В области правобережья р. Большой Паток (к западу от обн. 1871) по ручью среди тиллитов отмечаются брекчи с вкрапленностью чистых

прозрачных кристаллов коэсита. Химический состав магматитов Сивьягинско-Большепатокского района представлен в табл. 1 и 2.

Таблица 2

Химический состав магматитов Большепатокского района, мас. %

Компонент	1849-VI	1871	1871-г	1871-гI	1871-аIV	1849-V	105
SiO ₂	37,14	41,86	42,50	43,52	46,04	47,52	48,43
TiO ₂	0,75	0,73	2,03	2,04	2,54	1,80	1,32
Al ₂ O ₃	22,20	21,88	13,88	13,90	16,01	18,29	17,68
Fe ₂ O _{3j} общ	8,89	10,92	13,57	13,15	11,27	8,75	13,67
MnO	0,15	0,18	0,32	0,31	0,22	0,12	0,22
MgO	4,58	8,24	9,91	10,28	6,40	4,24	10,84
CaO	18,58	16,43	4,79	5,76	6,21	8,04	3,85
Na ₂ O	0,14	3,81	1,80	1,83	2,66	4,24	3,62
K ₂ O	0,11	0,22	0,94	0,82	3,17	0,57	0,052
P ₂ O ₅	0,084	—	0,26	0,36	0,30	0,28	0,07
П.п.п.	6,69	Не обн.	9,64	7,38	4,33	4,20	
Сумма	99,31		99,63	99,35	99,15	98,05	99,75
CO ₂	<0,1			2,86	1,05	0,24	
H ₂ O	0,14			0,35	0,11		
FeO	4,58			8,15	6,67	1,58	
ZnO	Не обн.	0,017	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.	
S	— « —	0,064	— « —	— « —	— « —	— « —	
SrO	— « —	0,015	0,008	— « —	— « —	0,095	
ZrO ₂	— « —	0,019	0,021	— « —	0,027	Не обн.	
Rb ₂ O	— « —	Не обн.	0,007	— « —	Не обн.	— « —	
CuO	— « —	<0,02	0,02	0,1	0,590	0,3	

Примечание. 1849-VI — туфобрекчия клинопироксенитов; в 1871-г, 1871-гI, 1871-аIV — пикритодолерит; 1856-I, 1871 — ультрамафиты; 105 — субщелочной габбро-долерит; 1849-V — лейкодолерит. Аналитик О. В. Кокшарова.

Таблица 3

Межплоскостные расстояния монокристалла (М) и алмаза (А), обр. 22-РФА

Номер линии	А (Михеев, 1957)			обр. 22а	Номер линии	А (Михеев, 1957)			обр. 22а
	I	d/n, А	М			I	d/n, А	М	
1	10	2,05	2,085	2,052	5	6	0,813	0,814	0,812
2	8	1,260	1,29	1,257	6	—	—	0,78	
3	7	1,072	1,070	1,079	7				
4	4	0,885	—	0,888		9	0,721	—	

Большепатокские алмазы бесцветны и прозрачны. Кристаллографически они представлены уплощенными ромбоэдрами с гладкими и тонкослоистыми гранями. Рентгенографические исследования методом Дебая-Шерера (табл. 3) подтвердили идентичность дифракционных линий линиям алмаза. Очевидно, этот ареал щелочных базальтоидов можно выделить как зону кимберлитового магматизма. Кальцит-клинохлорит-флогопит-диоксидовые брекчи и аллювий ручьев в бассейне р. Большой Паток можно рекомендовать в качестве первоочередных объектов для опробования на алмазы.

Другим прогнозно-перспективным алмазоносным районом является Косью-Манарагская субширотная структура, в пределах которой наблюдаются реликты карелид и рифейские образования. Здесь размещаются овально-округлые платиноносные субинтрузивные массивы щелочной базальтоидной формации. В их составе принимают участие габбро-долериты, щелочные габбро, клинопироксениты, субщелочные долериты, реже сиениты (массив Олений), апофорстеритовые серпентиниты. Широкое развитие получили оливин-пироксен-кальцит-гроссуляровые и карбонат-флогопитовые метасоматиты, содержащие жильно-пластообразные тела с алмаз-берилловой минерализацией (обн. 22).

Таким образом, в пределах бассейна р. Большой Паток (Приполярный Урал) развита рифтогенная базальтоидная формация — аналог Меймеча-Котуйской алмазоносной провинции (Сибирская платформа). Именно здесь обнаружены единичные алмазы как в



коренных магматитах, так и в аллювиальных отложениях. Установлены эруптивные брекчии, цемент которых представлен клинохлор-серпентин-флогопит-кальцит-диопсидовой ассоциацией. Минералы-спутники представлены хромдиопсидом, гроссуларом, коэситом, перовскитом, Zn—Fe-шпинелью, платиной, а также содержащий оксид цинка хромистым магнетитом — спутником большинства алмазоносных месторождений мира. Реже встречаются пироп и пикроильменит. В ассоциации с изученными нами кимберлитами наблюдаются карбонаты, связанные общностью тер-

модинамического режима, сопутствующего алмазообразованию.

Литература

1. *Голдин Б. А., Пучков В. Н.* Тектоническая эволюция и вулканизм западного обрамления Уральской эвгеосинклинали на севере Урала // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1974. № 1. С. 59—69. 2. *Голдин Б. А., Пучков В. Н.* Раннепалеозойский (рифтовый) магматизм западного склона Урала // Тр. Ин-та геологии и геохимии Урал. науч. центра АН СССР. Свердловск, 1978. С. 63—72. 3. *Голдин Б. А., Калинин Е. П.* Проявления кимберлитового магматизма и алмазоносности на Приполярном Урале //

Алмазоносность европейского севера России: Тр. XI геол. конф. Коми АССР. Сыктывкар, 1993. С. 103—107. 4. *Голдин Б. А., Пучков В. Н.* Формация щелочных базальтоидов Приполярного Урала и ее тектоническое положение // ДАН АН СССР, 1974. Т. 216. № 6. С. 1349—1352. 5. *Голдин Б. А., Калинин Е. П.* Минерагения западного склона севера Урала. Сыктывкар, 2004. 196 с. (Коми научный центр УрО Российской АН). 6. *Голдин Б. А., Калинин Е. П.* Косью-Парнукский рудный район // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН, 2005. № 6. С. 6—8. 7. *Михеев В. Н.* Рентгенографический определитель минералов // Госгеолтехиздат, 1957.



РАДИОСПЕКТРОСКОПИЯ ЖИЛЬНОГО КВАРЦА И ГОРНОГО ХРУСТАЛЯ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

К. з.-м. н. *Е. Н. Комова*
enkotova@geo.komisc.ru

Первые работы по изучению кварца Приполярного Урала методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) были выполнены в 60—70-е гг. И. Л. Комовым, А. И. Новожиловым, М. И. Самойловичем, Л. Н. Хетчиковым, Л. И. Цинобером [2, 3 и др.]. Тогда главное внимание исследователи уделяли горному хрусталу (в нем были установлены основные парамагнитные центры и некоторые особенности их распределения внутри индивидов). Более детальное изучение и горного хрусталя, и жильного кварца позднее проведено В. П. Лютоевым [7]. Получены новые данные о собственных и примесных парамагнитных центрах в кварце, определены концентрации центров в основных типах жильного кварца и горного хрусталя, выявлены закономерности их распределения в пределах жил, отмечены некоторые эволюционные закономерности.

В настоящее время нами продолжено изучение примесных дефектов в жильном кварце и горном хрустале приполярноуральских месторождений. Задачей исследований являлась оценка содержания основных структурных элементов-примесей в промышленных и потенциально промышленных типах жильного кварца. К таковым относятся гигантозернистый молочно-белый и прозрачный жильный кварц, в том числе его высокопрозрачные разновидности, гранулированный кварц, первично-мелко-

зернистый кварц, а также горный хрусталь. В рабочую коллекцию было включено около сотни образцов кварца, отобранного на месторождениях (Желанное, Николайшор, Центральная Лапча, Центральный и Верхний Парнук) и некоторых кварцевожилых проявлениях Верхнекожимского района.

Исследования проводились методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) на порошковых препаратах кварца (радиоспектрометр X-диапазона SE/X-2547). Содержание структурных примесей алюминия и германия в кварце оценивалось по стандартной методике на основе измерения концентраций связанных с ними парамагнитных центров [12]. Такие центры образуются при радиационном облучении кварца и обусловлены возникновением областей с локальным избытком электрического заряда при изоморфном замещении примесями алюминия и германия ионов кремния в структуре минерала. Предварительная подготовка проб включала дробление и отбор минеральных кварцевых фракций, промывку крупки в соляной кислоте и дистиллированной воде, сушку. Для активации примесных дефектов и перевода их в парамагнитное состояние применялась процедура радиационно-термического воздействия, включающая высокотемпературный отжиг проб с последующим гамма-облучением. Так,

выявление примесей алюминия в структуре кварца производилось следующим образом: пробы кварца отжигались в течение часа при температуре 500 °С и облучались дозой гамма-лучей в 30 Мрад. Такая процедура приводит к интенсивному захвату дефектами свободных электронов, или дырок и обеспечивает переход регулярных алюмощелочных комплексов в парамагнитные $[AlO_4]^{0-}$ -центры, их концентрация — C_1 . Кроме того, проводился высокотемпературный отжиг проб при температуре 1000 °С, в течение часа, с последующим облучением дозой 30 Мрад. Как отмечается в ряде работ, при этом в кварце происходит заметное возрастание содержания алюминиевых парамагнитных центров [1, 9, 10 и др.]. Активация германиевых парамагнитных центров осуществлялась отжигом проб при 500 °С с последующим низкодозовым γ -облучением (0.5 Мрад).

В таблице приведены результаты оценки содержания в различных типах жильного кварца и горного хрусталя структурных примесей алюминия и германия. Парамагнитные центры, регистрируемые в кварце после отжига при температуре 500 °С и высокодозового облучения, отвечающие алюмощелочным комплексам дефектов были установлены во всех пробах кварца. Содержание их варьируется в разных типах кварца от 1 до 119 усл. ед., достигая