

*Л. В. Кулешевич*

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ БОЛЬШОЗЕРСКОЙ СТРУКТУРЫ

Большозерская структура находится в западной Карелии, в 45 км южнее от хорошо известной архейской зеленокаменной Костомукшской структуры и западнее от пос. Ледозеро. Геологическое строение Большозерской структуры в разные годы изучалось М. М. Стенарем (1960, 1966), К. И. Хейсканеном (Хейсканен и др., 1978) и В. И. Коросовым (1991). По представлениям этих исследователей, геологический разрез протерозойских образований структуры сложен базальтами, андезибазальтами и плагиопорфирами, перекрытыми конгломератами и осадками, среди которых доминируют в северной и восточной частях обломки основного состава, сформировавшиеся за счет андезибазальтов. В южной части структуры на коре выветривания гранитного состава залегают полимиктовые конгломераты, включающие гальку и глыбы гранитов. В юго-восточной части структуры развиты гальки основных пород, порфиоров, сланцев лопийского комплекса, тогда как в центральной преобладают конгломераты, содержащие окатанные обломки плагиопорфилов. Конгломераты перекрыты песчаниками и прорваны дайками габбро-долеритов. Отличие во взглядах этих исследователей состоит в том, что одни весь комплекс конгломератов расчленяют на сумий и сариолий (М. М. Стенарь), тогда как другие относят к сариолию, сформировавшемуся на разном основании (К. И. Хейсканен, В. И. Коросов). К. И. Хейсканен к сумийским образованиям относит только кварц-плагиопорфиры. Относительно возраста и образования этой структуры существует и иное мнение, пока еще не подтвержденное датированием: возможно, это позднеархейский пулл-апарт бассейн (Володичев, Божко, 2002). В данной работе автор придерживается старого представления о том, что эти образования палеопротерозойские. Однако по своей геодинамической позиции и характеру разреза структура может быть пулл-апарт бассейном.

Наши работы были направлены на изучение магматизма и оруденения, выявление сдвиговых зон, установление последовательности метаморфогенно-метасоматических преобразований и минерализации в этих зонах. При построении геологической схемы (рис. 1) использовались материалы М. М. Стенаря,

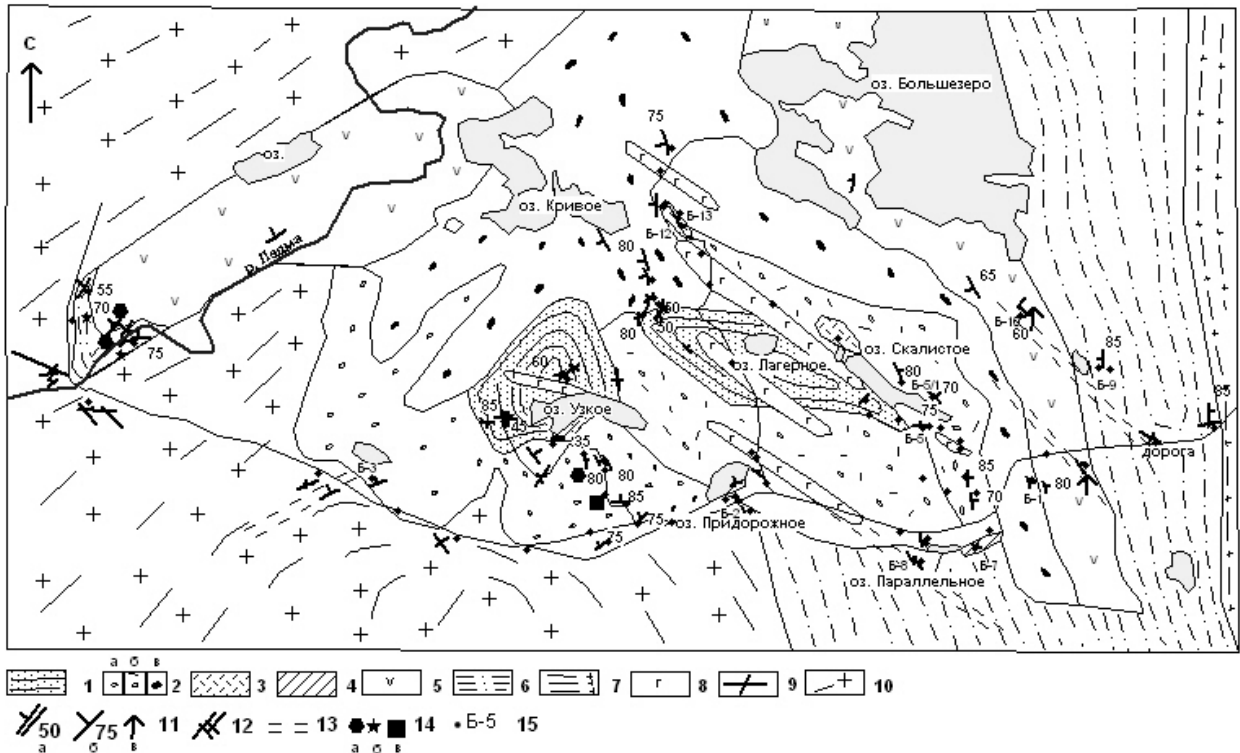
собственные наблюдения и данные О. И. Володичева, совместно с которым осуществлялись геологические исследования.

### Геологическое строение структуры

Общий анализ геологических и структурно-тектонических схем крупного масштаба показывает, что Большозерская структура заложилась в небольшой впадине треугольной формы (9×5 км), ограниченной северо-западной (аз. пр. 340°), северо-восточной (аз. пр. 40–50°) и субширотной сдвиговыми зонами по границе с более жестким гранитным основанием и смятым и рассланцованным лопийским комплексом пород.

*Лопийский вмещающий комплекс и гранитоиды* слагают обрамление структуры. Лопийские породы обнажены слабо, преимущественно в восточной и юго-восточной и незначительно в западной части. В восточном борту структуры они представлены сланцами по осадкам и туфам средних – кислых пород мусковит-кварц-плагиоклазового и гранат-биотит-мусковит-хлорит-кварц-плагиоклазового состава и железистыми кварцитами. Непосредственного контакта с андезибазальтами не наблюдалось. В восточной полосе аз. пад. сланцеватости в них 275°, угол 85° (линейность по биотиту и амфиболу имеет аз. погружения 355°, угол 85°). У дороги, пересекающей структуру с востока на запад, наблюдается изменение простирания сланцеватости от субмеридионального до 290° СЗ, при почти субвертикальном падении. В юго-восточном обрамлении преобладают мусковит-кварц-плагиоклазовые сланцы с аз. пад. 50°, углом 65°.

В западной части структуры вдоль р. Ледмы в небольшом эрозионном окне обнажаются хлоритид-хлорит-ставролит-гранат-кварц-плагиоклазовые сланцы, содержащие до 15–20% гематита, и гранат-мусковит-биотит-кварц-плагиоклазовые сланцы по кислым туфам с бедной сульфидной минерализацией. Аз. пад. сланцеватости 30°, угол 55–70° и 340°, угол 75°. Северо-восточная зона рассланцевания и метаморфических преобразований прослеживается также и в вышезалегающих гранатсодержащих андезибазальтах.



**Рис. 1. Схема геологического строения Большозерской структуры (составлена на основе геологической схемы М. М. Стенаря)**

Сумийско-сариолийский комплекс: 1 – песчаники; 2 – полимиктовые конгломераты (а – с глыбами гранитов и гальками основных пород, б – с гальками плагиопорфиров, лопийских вулканогенно-осадочных пород, реже других пород, в – с гальками андезибазальтов, базальтов, реже гранитов); 3 – порфировые риодациты; 4 – дациты, риодациты, 5 – андезибазальты. Лопийский вулканогенно-осадочный комплекс: 6 – сланцы мусковитовые, гранат-биотитовые, 7 – биотитовые и железистые кварциты. Магматические комплексы: 8 – габбро-долериты; 9 – пегматиты; 10 – граниты и гранито-гнейсы обрамления. 11 – элементы залегания: а – слоистость, б – сланцеватость, в – линейность; 12 – кварцевые жилы, 13 – сдвиговые деформации, зоны рассланцевания. Метаморфические минералы: 14 – гранат (а), ставролит, хлоритоид (б), куммингтонит (в); 15 – точки обнажений и номера образцов, отобранных на химический анализ

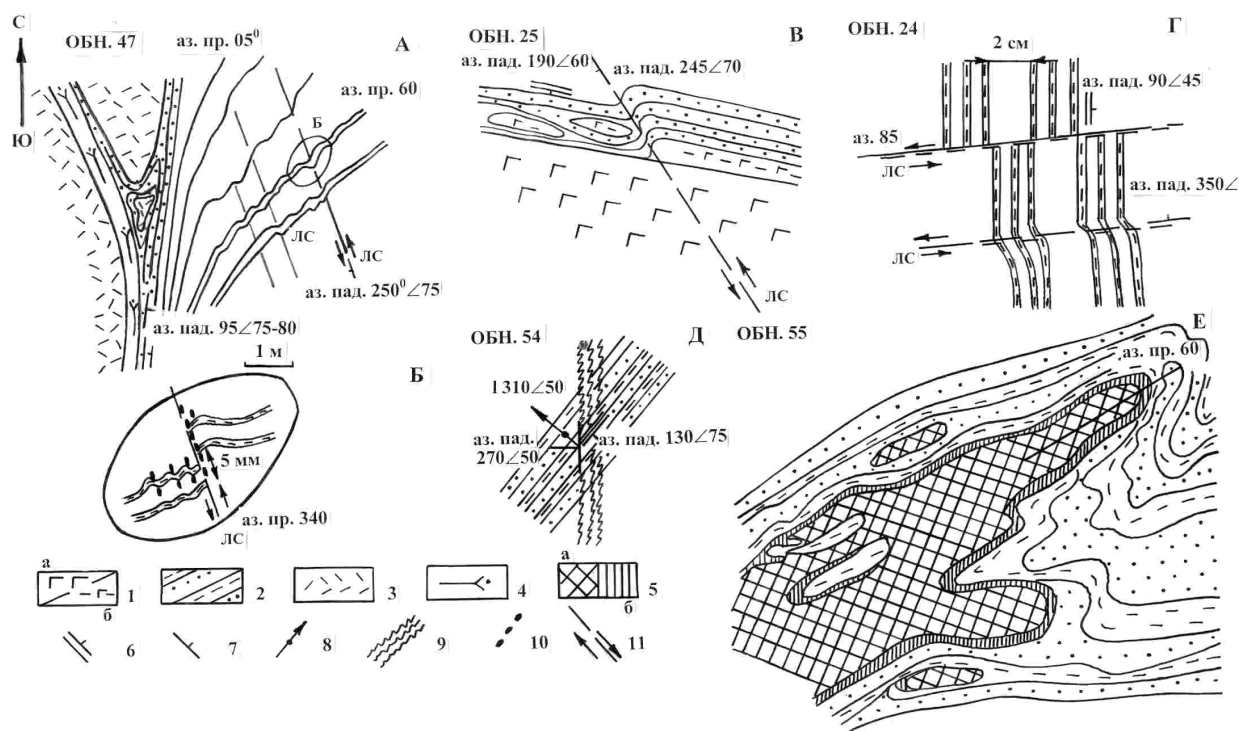
В южном обрамлении структуры развиты преимущественно серые и розовато-серые среднезернистые граниты биотит-кварц-микроклин-плагиоклазового состава, равномернозернистые или с более крупными порфиоровыми выделениями плагиоклаза, достигающими 1–1,5 см. Граниты прорывают лопийскую толщу пород и иногда содержат биотитизированные ксенолиты амфиболитов и сланцев. Участками граниты сильно огнейсованы (аз. пр. 310° и 60°) и содержат гранит-аплиты, пегматиты и кварцевые жилы.

Граниты южного обрамления Большозерской структуры секутся пегматитовыми жилами, имеющими северо-восточное простирание (аз. пад. 150°, угол 75°), мощностью от 7–10 см. В лопийской толще восточного борта структуры встречаются пегматиты северо-западного простирания (аз. пад. 40°, угол 80°). В центральной части структуры в небольшой мульде западнее оз. Лагерного (рис. 2, Е, обн. 55) пегматитовая жила мощностью до 1 м сечет песчаники сариолийского комплекса. Жила имеет северо-восточное простирание (50–60°). Маломощные дайки гранит-аплитов (3–10 см) с аз. пад. 65°, углом 75° и кварцевые жилы мощностью до 1 м северо-западного простирания (аз. пад. 250°, угол 80°) разви-

ты вблизи оз. Придорожного. Гранит-аплиты секут граниты, кварцевые жилы – граниты и вмещающие толщи. В гранит-аплитах и кварцевых жилах отмечается бедная сульфидная вкрапленность. В районе моста через р. Ледму в обнажении к югу от дороги в гранитах обнаружен кварцевый штокверк с системой пересекающихся маломощных (0,2–1 см) прожилков с аз. пад. 0° (угол 85°) и аз. пад. 240° (угол 40°), причем по северо-западному направлению с аз. пр. 330° происходит смещение субширотных прожилков. В западном гранитоидном обрамлении Большозерской структуры доминирующее простирание кварцевых прожилков также составляет 320–330°.

По эродированным и разбитым трещинами гранитам образуются белесые породы коры выветривания – аркозы, цементирующие гранитную брекчию. В гранитоидах и в коре выветривания по ним отмечаются единичные сульфиды и прокварцевание. У оз. Придорожного наблюдается прокварцевание и микроклинизация выветрелых гранитов.

**Сумийско-сариолийский комплекс.** В западном и восточном обрамлении структуры развиты подушечные миндалекаменные базальты и вариолитовые породы андезибазальтового и андезитового состава.



**Рис. 2. Сдвиговые деформации в песчаниках:**

А – контакт туфов дацитов и риодацитов (Sm) с песчаниками; Б – сдвиговая деформация в песчаниках (обн. 47); В – контакт песчаников и габбро-долеритов севернее оз. Узкого и смещение в них (обн. 25); Г – сдвиговые деформации в песчаниках западнее оз. Узкого (обн. 24); Д – соотношение слоистости и сланцеватости в песчаниках (обн. 54); Е – пегматитовая жила в песчаниках (обн. 55).

1 – габбро-долерит массивный (а) и рассланцованный (б); 2 – песчаники; 3 – туфогенная толща дацитового состава; 4 – дайка риодацитов; 5 – пегматиты (а) и биотитовая кайма в их контакте с песчаниками (б); 6 – слоистость; 7 – сланцеватость; 8 – линейность; 9 – наложенная сланцеватость; 10 – перекристаллизация минералов; 11 – сдвиговые деформации

Базальты, распространенные южнее оз. Большозеро, – это существенно амфиболовые породы темно-зеленого цвета, мелкозернистые, содержащие эпидот, плагиоклаз, незначительно кварц, биотит. Подушки отличаются более светлым цветом из-за присутствия миндалин и эпидотизации. В базальтах вокруг подушек породы имеют сланцеватый или иногда вариолитовый облик. Состав миндалин альбитовый, кварц-эпидот-альбитовый. Линейность по миндалинам имеет аз. пр.  $355^\circ$ , угол  $60^\circ$ , их погружение субвертикальное. Биотитизация наложена в незначительной степени, однако в рассланцованных разностях породы превращены в биотит-актинолитовые сланцы. Биотит развивается, в том числе, и по миндалинам. В слабо деформированных породах простирание субмеридиональное (аз. пр.  $355^\circ$ ). Базальты секутся системой хлорит-карбонат-эпидот-кварцевых прожилков с аз. пад.  $40^\circ$ , углом  $65^\circ$  и аз. пад.  $290^\circ$ , углом  $85^\circ$ . Причем прожилки северо-западного простирания ( $310-330^\circ$ ) секут прожилки северо-восточного простирания.

В западной части структуры сланцеватость в гранатосодержащих амфиболитах по подушечным андезибазальтам имеет северо-восточное простирание (аз. пад.  $290^\circ$ , угол  $70^\circ$ ). Судя по присутствию в парагенезисе метаморфизованных андезибазальтов западной полосы граната и темной сине-зеленой роговой

обманки, их метаморфизм достигал амфиболитовой фации.

Для подушечных и вариолитовых разновидностей андезитов и андезибазальтов характерно присутствие эпидотовых миндалин и радиально-лучистых округлых выделений альбита, иногда с меланократовой каймой или замещенных хлоритом и биотитом. Андезибазальты, андезиты – амфибол-плагиоклазовые и существенно плагиоклазовые породы с характерным выделением удлинённых лейст плагиоклаза (Б-1 – здесь и далее приводятся номера образцов, соответствующих табл. химанализов). В зоне интенсивного рассланцевания пород восточной полосы (рис. 1) подушки превращены в вытянутые линзы с соотношением длины к ширине как  $7-10 : 1$ , аз. пад. сланцеватости в них  $45-50^\circ$ , угол  $80^\circ$  (аз. пр.  $320-315^\circ$ ). Линейность по миндалинам имеет аз. погружения  $10^\circ$ , угол  $75-80^\circ$ . Судя по струйчатому субвертикальному положению миндалин, сливающихся в каналы, залегание пород близко к своему первичному положению, что может свидетельствовать о субгоризонтальном залегании рассланцованных андезитов.

Кислые вулканыты и субвулканические образования представлены риодацитами, дацитами, вулканогенно-осадочные породы – туфами и туфо-песчаниками дацитового состава (рис. 2, А). Туфы и туфо-песчаники плохо различаются, это мелкозернистые

мусковит-биотит-кварц-плагиоклазовые породы с мелкими вкрапленниками и обломками разноориентированного плагиоклаза и его сростков (Б-13). Возможно, часть из них – кристаллокластические туфы. Близкие им по составу обломки встречаются в туфо-конгломератах (В-43/3). Кроме того, среди них встречаются породы с цементом андезитового состава (Б-12/1). Близкие им интрузивные породы дацитового состава, но сильно рассланцованные и биотитизированные, с полигональной отдельностью по направлениям рассланцевания были встречены восточнее оз. Параллельного (Б-7). Дациты имеют аз. пад. сланцеватости 300°, угол 85°, аз. пад. 30°, угол 80–85°, аз. пад. 345°, угол 85°.

Риодациты (субвулканические плагиопорфиры) с вкрапленниками полевого шпата встречаются в лавобрекчиях и образуют отдельные небольшие выходы среди туфопесчаников. Они наиболее хорошо сохранились в линзовидных слабо окатанных обломках конгломератов, где имеют белесый вид из-за вывет-

ривания, но также встречаются и достаточно свежие разности пород. Основная масса риодацитов серицит-биотит-кварц-плагиоклазовая, тонкозернистая. Порфиновые вкрапленники представлены плагиоклазом размером до 0,3–0,7 см, имеющим концентрическую зональность, гораздо реже кварцем. В калий-натриевых разновидностях развит ортоклаз (Б-12). Брекчированные породы предполагаемых экструзивных центров или полей лавобрекчий, связанных с ними, цементируются кварцевым материалом. Породы содержат акцессорный апатит и турмалин.

Полимиктовые конгломераты имеют разнообразный состав, традиционно на геологических схемах они разделены на породы с преобладанием галек основного и андезитового состава, плагиопорфилов и с присутствием гранитных обломков. Формирование всех типов полимиктовых конгломератов как полифациальных разновидностей, по-видимому, следует рассматривать в едином разрезе при залегании на различном основании.

**Химические составы пород Большозерской структуры**

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
№ обр.	Б-2	Б-2/7	Б-2/5	Б-10	В-44	Б-1	Б-7	В-62	Б-5/1	Б-12	Б-12/1	Б-13	В-42/3
SiO <sub>2</sub> (%)	72,04	71,04	83,70	51,12	60,35	59,66	66,12	73,20	73,42	71,60	65,58	68,72	64,00
TiO <sub>2</sub>	0,25	0,27	0,04	0,50	0,68	1,10	0,47	0,38	0,23	0,24	0,53	0,45	0,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,93	13,45	8,37	11,47	14,40	18,66	15,92	14,73	14,78	15,04	15,11	14,64	17,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,76	1,10	0,76	1,44	1,80	0,93	1,72	0,30	0,57	0,95	0,92	1,49	1,26
FeO	2,30	1,80	0,43	8,19	6,90	4,74	2,73	1,22	0,79	1,01	3,45	2,01	3,45
MnO	0,046	0,046	0,008	0,251	0,193	0,085	0,049	0,019	0,018	0,028	0,089	0,060	0,044
MgO	1,91	1,85	0,10	12,39	4,63	2,67	2,53	0,67	0,72	1,08	3,86	2,99	2,28
CaO	1,02	1,52	0,15	9,08	5,72	1,23	1,16	0,86	0,65	0,44	0,73	0,65	1,22
Na <sub>2</sub> O	4,08	2,94	1,94	1,61	3,90	7,41	3,31	6,85	6,67	6,66	5,52	4,87	6,38
K <sub>2</sub> O	3,26	4,72	4,05	1,19	0,12	0,24	3,65	0,87	0,94	1,79	1,64	2,33	1,73
H <sub>2</sub> O	0,04	0,05	0,05	1,10	0,14	0,22	0,04	0,17	0,03	0,10	0,15	0,20	0,16
ппп	0,97	0,87	0,18	2,09	0,93	2,29	1,72	0,36	0,62	0,81	1,71	1,08	1,26
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,14	0,15	0,02	0,11	0,17	0,38	0,21	0,14	0,10	0,14	0,22	0,15	0,26
ZnO	0,004	0,007	0,001	0,030		0,006	0,004		0,002	0,003	0,007	0,004	
Li <sub>2</sub> O	0,0044	0,0052	0,0006	0,0045	0,0040	0,0039	0,0067	0,0015	0,0014	0,002	0,0061	0,0065	0,0048
Rb <sub>2</sub> O	0,0113	0,0161	0,0103	0,0046	0,004	0,0014	0,0149	0,0011	0,0028	0,004	0,0030	0,0041	0,0095
Cs <sub>2</sub> O	0,0002	0,0002	0,0001	0,0003	0,0002	0,0002	0,0004	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
Сумма	99,77	99,84	99,80	99,54	99,93	99,62	99,63	99,77	99,54	99,89	99,51	99,64	100,0
Rb (г/т)*	57	80	51	20		6	77		14	20	14	13	
Sr	128	235	50	123		82	140		77	34	39	52	
Y	13	9	8	5		16	12		73	13	3	13	
Zr	43	47	23	35		68	74		72	58	114	71	
Nb	2	2	7	2		8	7		4	3	5	5	
Pb	9	7	7	7		8	9		7	7	7	7	
Th	7	7	12	7		7	8		10	7	7	7	
Ti	1367	1496	15	1933		4482	2413		1471	1262	2647	2333	
Ba	414	680	150	330		150	733		263	310	156	435	
V	48	45	15	108		44	52		25	36	67	68	
Cr	83	84	26	428		98	46		22	52	109	101	
Ni	14	15	8	105		26	13		7	23	49	45	
Co	1	6	1	31		13	8		1	1	5	1	
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	7,34	7,66	5,99	2,8	4,02	7,65	6,96	7,59	7,61	8,45	7,16	7,2	
Na <sub>2</sub> O/K <sub>2</sub> O	1,25	0,62	0,48	1,35	32,5	30,9	0,91	3,6	7,10	3,72	3,37	2,09	
al	2,60	2,83	6,49	0,52	1,08	2,24	2,28	3,28	7,11	4,95	1,84	2,26	
Ka	1,26	1,35	1,10	2,91	2,20	1,50	1,69	1,25	1,23	1,17	1,39	1,39	
mg	0,54	0,54	0,14	0,70	0,49	0,46	0,52	0,57	0,50	0,51	0,62	0,62	
A/CNK	1,16	1,19	1,08	0,94	1,22	1,37	1,52	1,18	1,17	1,13	1,31	1,32	

Примечание. Анализы под знаком «\*» выполнены методом VRA. 1–2 – граниты: 1 – микроклин-плагиоклазовый, 2 – плагиомикроклиновый; 3 – кварцеванная и микроклинизированная кора выветривания по гранитам. Породы сумийско-сариолийского комплекса: 4 – миндалекаменный высокомагнезиальный базальт; 5 – андезит; 6 – галька андезита в конгломератах; 7 – дациты (оз. Параллельное); 8 – риодациты из дайки (дорога на Большозеро); 9 – плагиопорфиры из гальки в конгломератах (оз. Скалистое); 10 – полевошпатовые порфиры (дорога на Большозеро); 11 – туфопесчаники с андезитовым цементом; 12 – туфопесчаники (дацитового состава), 13 – туфопесчаники из гальки конгломератов. Используются данные Л. В. Кулешевич и О. И. Володичева (№ 5, 8).

В северной и восточной частях структуры между озерами Кривое и Большозеро более широко развиты зеленокаменные полимиктовые конгломераты, обрамляющие поле андезибазальтов. Среди обломков (40–80%) встречаются миндалекаменные андезибазальты, андезиты, вариолиты и реже граниты. Преобладают обломки миндалекаменных и массивных андезибазальтов, сложенные хлоритом, эпидотом, альбитом. Количество гранитов и других пород составляет 15–20%.

В центральной и юго-восточной части структуры более широко распространены полимиктовые конгломераты с обломками плагиопорфиров, в меньшей степени – лопийских сланцев, андезибазальтов, андезитов (табл., обр. Б-1), кварца, реже гранитов и основных пород. Количество обломков составляет 40–60%. Среди обломков в районе оз. Скалистого доминируют плагиопорфиры (80%). В полосе оз. Скалистое – оз. Кривое установлены выходы туфопесчаников, западнее оз. Скалистого предполагается наличие экструзивного центра в связи с развитием лавобрекчий риодацитов. У оз. Скалистого доминируют крупные (до 20–10 см) вытянутые линзовидные обломки плагиопорфиров. Цемент представлен мелкими обломками, состоящими из кварца, плагиоклаза, новообразованного хлорита, биотита, содержит сфен, ильменит, иногда мусковит, эпидот или реже роговую обманку. Кроме того, при просмотре шлифов в цементе устанавлены мелкие обломочки (с размерностью песка и мелкого гравия) андезитов с характерными вытянутыми лейстами плагиоклаза и даже отдельными вариолями, выполненными плагиоклазом, а также обломки отдельных таблитчатых кристаллов и срастаний плагиоклаза, таких же, как в плагиопорфирах. Отмечается отчетливо наложенная биотитизация, появление турмалина (1–2%), апатита, единичных зерен циркона, тонкой сыпи ильменита, сфена, встречаются сульфиды.

В юго-западной части Большозерской структуры в полимиктовых конгломератах присутствует большое количество неокатанных и слабоокатанных гранитных обломков и глыб. Они залегают на коре выветривания по гранитам. У оз. Узкого распространены слабоокатанные крупные глыбы гранитов в песчаниках. В обломках лопийских пород, андезибазальтов и цементе установлены куммингтонит, синезеленая роговая обманка, гранат, биотит, хлорит, сфен, ильменит.

Северо-восточные сдвиговые зоны более характерны для западной части структуры. Здесь метаморфизм достигает эпидот-амфиболитовой – амфиболитовой фации с парагенезисами граната, ставролита, хлоритоида, биотита в лопийской толще, куммингтонита, синезеленой роговой обманки, граната, биотита в конгломератах, граната и роговой обманки в андезибазальтах. В пластичных породах лопийской толщи наблюдаются z-образные сдвиговые деформации. Сопряженно с северо-восточными шир-зонами в восточной части структуры возникли северо-запад-

ные сдвиговые зоны с аз. пр. 315–335° на фоне близмеридионального залегания пород (350–0°). Они прослеживаются в лопийской толще, андезибазальтах и конгломератах.

Ориентировка обломков конгломератов и их вытянутость по доминирующему СВ или СЗ направлению расланцевания зависела от существовавших здесь сдавливающих напряжений (рис. 1).

Полосчатые сланцы, образованные по слоистым песчаникам, распространены в центральной части структуры, в местах ее максимального прогибания – в двух впадинах у оз. Узкого и между озерами Лагерным и Кривым. Они представлены плохо сортированными слоистыми осадками с лейкократовыми серицит-кварц-полевошпатовыми и меланократовыми биотит-хлоритсодержащими прослоями. В отдельных участках в песчаниках наблюдаются близкие к горизонтальным залегания. Падения пород обычно выдержаны и направлены к центру структур. У юго-западного окончания оз. Узкого они содержат свалы крупноглыбовых неокатанных обломков гранитов. Песчаники имеют слоистость с аз. пад. 5°, угол 25–35°. В западной части структуры (рис. 2, Г, обн. 24) слои падают на восток, в сторону оз. Узкого (аз. пад. 90°, угол 45°). Наблюдается отчетливая наложенная сланцеватость, микроскладчатость и левосторонние смещения слоев по аз. 85° с малоамплитудными левосторонними сдвигами. В северной части озера песчаники прорываются интрузией габбро-долеритов близширотного простирания (рис. 2, В, обн. 25). Северный контакт интрузии катаклазирован, расланцован. И песчаники и габбро-долериты смещены по северо-западной сдвиговой зоне с аз. пад. плоскости сместителя 245°, углом 70°, амплитуда маломощного левостороннего смещения невелика – около 20 см.

В западной части второй впадины с песчаниками падение слоистости также к центру этой небольшой структуры и составляет 130°, угол 75° (рис. 2, Д, обн. 54). Здесь наблюдается субмеридиональная сланцеватость (аз. пад. 270°, угол 50°) с линейностью по биотиту, имеющей аз. погружения 310°, угол 50°.

Вблизи контакта с полимиктовыми конгломератами песчаники сильно деформированы и смяты (рис. 2, Е, обн. 55). По этой зоне, имеющей наиболее общее простирание с аз. 60°, происходит внедрение разветвленного тела пегматитов, выполняющего складку. На его контакте с песчаниками развита оторочка (шириной до 2–10 см) интенсивно биотитизированных и хлоритизированных пород с турмалином и апатитом. Эта зона смятия, развития пегматитовых и кварцевых жил прослеживается на юго-запад, вплоть до огнейсованных гранитов (рис. 1).

Кроме этих двух выделенных впадин небольшие обнажения песчаников были встречены на южном берегу оз. Придорожного и восточнее оз. Кривого, где были установлены деформации на контакте толщи песчаников и дацитовых пород (рис. 2, А–Б, обн. 47). В обнажении толща туфов дацитов, прорванная маломощной (30 см) дайкой риодацитового состава,

разбита трещинами и перекрыта песчаниками. Песчаники полосчатые, с чередованием лейкократовых и меланократовых слоев. Вблизи контакта они имеют аз. пад.  $95^\circ$ , угол  $75-80^\circ$ , на удалении в пределах нескольких метров наблюдается их смятие и образование складок с ОП с аз. пр.  $340^\circ$ . При этом фиксируются маломощные смещения с аз. пад. плоскости сместителя  $250^\circ$ , углом  $75^\circ$  и маломощными левосторонними смещениями (до 5 мм), устанавливаемыми по смещениям меланократовых слоев. По этому же направлению в меланократовых слоях происходит переориентировка и перекристаллизация мельчайших обломков плагиоклаза и развитие порфиробласт биотита, хлорита и отмечен турмалин.

Интрузии габбро-долеритов, секущие структуру, образуют серию дайковых тел северо-западного простирания, имеющих некоторый широтный разворот у оз. Узкого. Об этом можно судить по наблюдаемой кристаллизационной ориентировке минералов вблизи контактов. Закартированные ранее (на более ранних схемах) большие поля габброидов, скорее, связаны с их свалами, вблизи коренных выходов. Для основных пород характерна долеритовая структура, слабые деформации, низкий метаморфизм, типична эпидотизация, особенно вблизи контактов, развитие альбитизированных участков и эпидот-гематитовых жил северо-западного простирания. В зонах расланцевания на контактах даек развита плоско параллельно ориентированная зеленая роговая обманка, хлорит, реже эпидот. Породы содержат повышенное количество титаномагнетита. Габбро-долериты, по-видимому, следует относить к подобным им дайковым комплексам заонежского типа в центральной Карелии, секущим ятулий. Как отмечалось выше при описании песчаников (рис. 2, В), в габбро также хорошо фиксируются северо-западные деформации.

Таким образом, становится очевидным то, что для западной части структуры характерны преимущественно северо-восточные расланцевание и z-образные складки, устанавливаемые в лопийском комплексе. Условия метаморфизма достигают эпидот-амфиболитовой – амфиболитовой фации и характеризуются присутствием хлоритоида, ставролита, граната в лопийских толщах и конгломератах; граната, роговой обманки и куммингтонита в андезитобазальтах и гальках основных пород в полимиктовых конгломератах, биотита и куммингтонита, граната, эпидота в цементе конгломератов (вынесены значками на карте, рис. 1). В гранитах развиты зоны разгнейсования, кварцевые штокверки субширотного и северо-западного простирания, встречаются ксенолиты. Пегматитовые жилы приурочены к северо-восточным направлениям и секут как граниты, так и песчаники центральной части структуры.

В центральной части структуры в песчаниках и габбро-долеритах отмечаются левосторонние сдвиговые деформации субширотного и северо-западного простираний. К складкам северо-восточного простирания приурочены пегматиты. Маломощные зоны

субмеридионального расланцевания характеризуются линейной ориентировкой слюд на СЗ  $310^\circ$ .

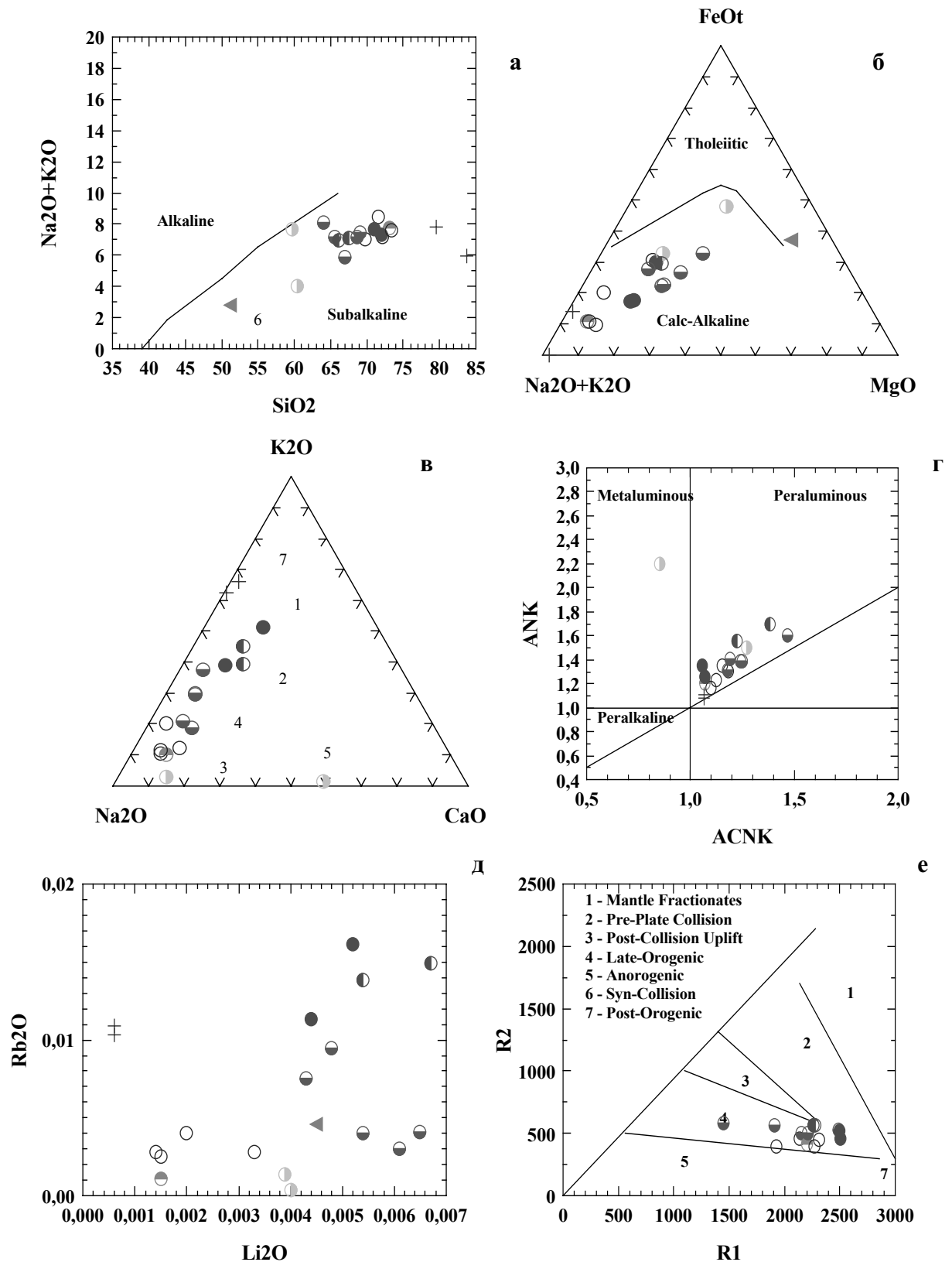
В восточной полосе лопийских пород метаморфическая ассоциация минералов характеризуется присутствием более раннего парагенезиса граната, биотита, амфибола и более позднего наложенного низкотемпературного парагенезиса биотита, хлорита. Для восточной части Большозерской структуры характерны расланцевание и сдвиговые деформации северо-западного простирания. С деформациями связаны левосторонние сдвиги. В минеральном парагенезисе зон расланцевания и иногда в ориентированных порфиробластах того же простирания развиты те же минералы, что и в основной массе песчаниковых толщ, перекристаллизованные и переориентированные соответственно в северо-западном или сопряженном субмеридиональном и субширотном направлениях. В габбро-долеритах образуются альбититы и эпидозиты. Метаморфизм в зонах расланцевания не превышает высокотемпературной зеленосланцевой фации. В зонах деформаций отмечаются редкие практически бессульфидные кварцевые жилы с преимущественным их развитием по северо-западному направлению.

Предполагается, что вектор напряжения сдавливающих усилий в протерозое был СЗ – ЮВ, поэтому между жесткими гранитными блоками здесь возникли пластические деформации северо-восточного простирания и минеральные парагенезисы амфиболитовой фации. Северо-западные скальвающие напряжения отличались более низкотемпературными зеленосланцевыми парагенезисами. Они способствовали сначала внедрению даек габбро-долеритов и последовавшим после этого малоамплитудным сдвигам СЗ и ряда сопряженных направлений, образованию альбититов и эпидозитов в габбро-долеритах и минеральных парагенезисов биотит-хлоритовой субфации во вмещающих породах. Наиболее проницаемые зоны обогащены биотитом, турмалином, в них встречаются аксессуарный апатит, циркон, сфен, ильменит, единичные сульфиды.

### Петрохимическая характеристика пород

Граниты западного и юго-западного обрамления Большозерской структуры относятся к биотитовым, плагиомикроклиновым с колебанием количества микроклина и, соответственно, содержания  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}$  (табл.). Они содержат  $71,04-72,04\%$   $\text{SiO}_2$  (табл., ан. 1–2), сумму щелочей  $7,34-7,68\%$  с близким и превышающим значением  $\text{K}_2\text{O}$  относительно  $\text{Na}_2\text{O}$  в порфировых разновидностях. Отношение  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  колеблется –  $1,25-0,62$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$   $0,0044-0,0052\%$ ,  $\text{Rb}_2\text{O}$   $0,0113-0,0161\%$ ,  $\text{Cs}_2\text{O}$   $0,0002\%$ . Количество Sr в породах составляет  $128-235$  г/т, Ва  $414-680$  г/т, содержание других элементов низкое.

На петрохимических диаграммах (рис. 3) они попадают в поле нормальных пералюминиевых гранитов с  $al = 2,6-2,83$ ,  $A/CNK > 1,1$ , имеющих  $mg = 0,54$ . На диаграмме R1–R2 гранитоиды находятся в поле синколлизионных пород.



**Рис. 3. Петрохимические диаграммы пород Большозерской структуры:**

а – SiO<sub>2</sub> – (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O); б – (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) – FeO<sub>t</sub> – MgO; в – Na<sub>2</sub>O – K<sub>2</sub>O – CaO; г – A/CNK – A/NK, A = Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, C = CaO, N = Na<sub>2</sub>O, K = K<sub>2</sub>O; д – Rb<sub>2</sub>O – Li<sub>2</sub>O; е – R<sub>1</sub> – R<sub>2</sub>, где R<sub>1</sub> = 4Si – 11(Na+K) – 2(Fe+Ti), R<sub>2</sub> = 6Ca + 2Mg + Al.

1 – граниты (AR<sub>2</sub>); 2 – дациты, туфы; 3 – дайки риодацитов; 4 – плагипорфиры из конгломератов PR<sub>1</sub>(sm), 5 – андезиты и 6 – базальты PR<sub>1</sub>(sm), 7 – микроклиновый гранит-аплит

Кора выветривания по гранитам состоит из плагиоклаза, серицита, кварца и имеет существенно кварцевый состав с содержанием  $\text{SiO}_2$  до 83,70%. Резко снижается количество  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Среди щелочей преобладает  $\text{K}_2\text{O}$  – 4,05%,  $\text{Na}_2\text{O}$  составляет 1,94% (табл., ан. 3).

Андезибазальты представлены лейкократовыми разновидностями в центральных частях подушек и более меланократовыми – в межшаровых пространствах, встречаются вариолитовые разности. Гальки андезибазальтов установлены преимущественно в основных конгломератах и в незначительном количестве в конгломератах с гальками кислого состава. Для андезибазальтов-андезитов характерно содержание  $\text{SiO}_2$  60,35%,  $\text{Na}_2\text{O}$  3,90%,  $\text{K}_2\text{O}$  0,12%,  $\text{MgO}$  4,63%,  $al = 1,08$ , в гальках андезитов выше содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 18,66% и  $\text{Na}_2\text{O}$  – 7,41%,  $al = 2,24$  (табл., ан. 5–6). Меланократовые вариолитовые разновидности содержат больше хлорита и биотита и, соответственно, количество  $\text{SiO}_2$  в них меньше – 51,12% и больше  $\text{MgO}$  12,39%,  $\text{K}_2\text{O}$  1,19%,  $\text{Na}_2\text{O}$  1,61% (табл., ан. 4). На диаграмме  $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  (рис. 3, а) породы занимают область от андезитов до базальтов.

Сумийские кислые порфиры и их туфы зафиксированы лишь в нескольких обнажениях. Большая часть площади перекрыта конгломератами, содержащими гальку плагиопорфиров. Поэтому о кислотном магматизме Большозерской структуры мы можем судить по данным химических анализов пород из даек и по галькам конгломератов, представленных дацитами и риодацитами.

Для дацитов и туфов дацитового состава содержание  $\text{SiO}_2$  составляет 66,12 (табл., ан. 7) и 68,72 (табл., ан. 12; данные О. И. Володичева приводятся на диаграммах, рис. 3),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 14,64–15,92%, сумма щелочей равна 6,96–7,20% с преобладанием  $\text{Na}_2\text{O}$  над  $\text{K}_2\text{O}$ . Содержания малых элементов равны:  $\text{Li}_2\text{O}$  0,067 и 0,0065%,  $\text{Rb}_2\text{O}$  0,0149 и 0,0041%,  $\text{Cs}_2\text{O}$  0,0004 и 0,0001%. Риодациты из редких обнажений и галек конгломератов характеризуются содержанием  $\text{SiO}_2$  71,60–72,10%,  $\text{Na}_2\text{O}$  6,19–6,67%,  $\text{K}_2\text{O}$  0,94–1,79%. Из-за примеси хлорита отмечается некоторое колебание  $\text{MgO}$  0,71–1,08%. Содержание  $\text{Li}_2\text{O}$  составляет 0,0014–0,0020%,  $\text{Rb}_2\text{O}$  0,0025–0,0040%,  $\text{Cs}_2\text{O}$  0,0001–0,0002%. Содержания  $\text{CaO}$  и малых элементов низкие. Порфиры относятся к пералюминиевым породам,  $al = 1,84$ –7,11 и имеют  $A/CNK = 1,13$ –1,52,  $mg = 0,5$  (в риодацитах) и 0,52–0,62 (в дацитах).

На петрохимических диаграммах породы занимают область дацитов – риодацитов, относятся к натриевой серии, в туфовых разностях отмечаются более высокие содержания и больший интервал колебаний  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Rb}_2\text{O}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ . Количество  $\text{Sr}$  в дацитах и плагиопорфирах и их туфах колеблется от 13 до 77 г/т,  $\text{Ba}$  от 156 до 733 г/т.

### Рудная минерализация

Рудная минерализация, выявленная в ходе полевых работ, представлена магнетитовым и магнетит-

гематитовым оруденением в лопийском комплексе в амфибол-кварц-биотитовых сланцах восточной полосы и хлоритоид-хлорит-ставролит-кварц-биотит-плагиоклазовых сланцах западной полосы этих пород. В восточной полосе лопийской толщи известно рудопроявление железистых кварцитов Большозерское. Среди железистых горизонтов в пределах Хедозерско-Большозерской зеленокаменной структуры отмечается бедная сульфидная вкрапленность (пирротин, халькопирит, пирит), в которой иногда фиксируется повышенное содержание золота 0,05–0,13 г/т (данные Карельской ГЭ).

С гранитами, гранит-аплитами и ассоциирующими с ними кварцевыми жилами связана бедная сульфидная халькопирит-пиритовая вкрапленность. На контакте гранит-аплитов во вмещающих пиритосодержащих мусковит-биотитовых сланцах лопийского комплекса в 5 км южнее оз. Придорожного работами геологов ВСЕГЕИ установлены повышенные содержания золота 1,3–2,8 г/т и выделено тонкочешуйчатое самородное золото размером 10–30 мкм высокой пробыности (Ахмедов и др., 2001; данные химикоспектрального анализа). Среди примесей отмечаются  $\text{V}$ ,  $\text{Mo}$ .

С корой выветривания гранитов связаны проявления урана, тория и повышенные концентрации золота. Южнее оз. Узкого в окварцованной коре выветривания, по данным ВСЕГЕИ, были выявлены точки с содержаниями золота 1,3 и 3,8 г/т (Ахмедов и др., 2001) и выделены мелкие золотины размером 0,5 мм.

Кварцево-жильная система сечет как граниты, так и толщу конгломератов и требует более серьезного изучения и опробования. Так, опробование одной из таких жил в конгломератах (южнее оз. Узкого) позволило выявить тонкочешуйчатое золото размером 5–20 мкм и установить среднее его содержание 0,92 г/т и максимальное – до 1,7 г/т (Ахмедов и др., 2001). В самих же конгломератах с рассеянной сульфидной минерализацией в отдельных пробах устанавливаются лишь аномальные концентрации золота около 0,1 г/т. Все эти данные вызывают интерес, но требуют детального изучения и проверки пробирным методом анализа.

Бедная сульфидная минерализация (халькопирит, пирит) фиксируется в дайках габбро-долеритов, альбититах и зонах эпидотизации, развивающихся в них и на контакте с габброидами.

В целом значительных перспектив для протерозойских образований Большозерской структуры относительно возможности обнаружения здесь золота пока не установлено, по причине отсутствия детального опробования. Тем не менее выявленные зоны сдвиговых деформаций, турмалинизации и прокварцевания с бедной сульфидной вкрапленностью представляют собой наиболее интересные участки. Отсутствие бурения на площади не позволяет также судить о перспективах кварц-плагиопорфирового комплекса пород. В то же время лопийское обрамление, исходя из информации, опубликованной А. М. Ахме-



довым и др. (2001), и данных Карельской геологической экспедиции, представляет несомненный инте-

рес для изучения, как возможный источник золота для перекрывающих осадочных пород.

## ЛИТЕРАТУРА

*Ахмедов А. М., Воинова О. А., Калабашкин С. Н. и др.* Компьютерная карта золотоносности докембрия Карельского региона масштаба 1 : 1 000 000. Анализ перспектив // Региональная геология и металлогения. 2001. № 13–14. С. 84–104.

*Володичев О. И., Божко Н. А.* Сравнительный анализ геологического строения архейских кратонов Карельского и Зимбабве // Глубинное строение и геодинамика Фенноскандии, окраинных и внутриплатформенных транзитных зон. Петрозаводск, 2002.

*Коросов В. И.* Геология джятулийского протерозоя Восточной части Балтийского щита (сумий, сариолий). Петрозаводск, 1991.

*Стенарь М. М.* Осадочно-вулканогенные образования района Большезера // Тр. КФ АН СССР. 1960. Вып. 26. С. 65–76.

*Стенарь М. М.* О докембрийских метаморфизованных вулканических образованиях района Большозера (Западная Карелия) // Проблемы осадочной геологии докембрия. Вып. 1. М., 1966. С. 250–252.

*Хейсканен К. И., Голубев А. И., Бондарь Л. Ф.* Орогенный вулканизм Карелии. Л., 1977. 216 с.