

Новое проявление золота Титовско-Урагубской зеленокаменной структуры позднего архея (Кольский регион)

Приведены новые данные по геологическому строению и полезным ископаемым позднеархейской Титовско-Поросозерской шовной зоны. Излагаются сведения об обнаруженном золоторудном проявлении Малъявр, характере залегания рудных тел и вмещающих метасоматитов, тектонитов, составе рудной и попутной минерализации. Намечены перспективы Титовско-Урагубской зеленокаменной структуры в отношении золоторудных объектов.

Ключевые слова: зеленокаменная структура, золото, брекчия, метасоматиты, гнейсы, амфиболиты, перспективы.

L. V. VORONYAEVA, Z. V. KRUPENIK (VSEGEI)

New gold lode in the Late Archean Titovka-Uraguba suture (Kola Peninsula)

The article presents new data on geology and mineral resources of the Late Archean Titovsko-Porosozero suture zone. Information on the identified Malyavr gold show, the mode of occurrence of ore bodies and host metasomatite, tectonite, and the composition of ore and associated mineralization is given. The potential of the Titovsko-Uragubsky greenstone structure relative to gold-bearing targets is outlined.

Keywords: greenstone structure, gold, breccia, metasomatite, gneiss, amphibolite, potential.

Для цитирования: Вороняева Л. В., Крупеник З. В. Новое проявление золота Титовско-Урагубской зеленокаменной структуры позднего архея (Кольский регион) // Региональная геология и металлогения. – 2021. – № 86. – С. 82–91. DOI: 10.52349/0869-7892_2021_86_82-91

Введение. В настоящее время ВСЕГЕИ завершены геологические работы в Мурманской области в рамках объекта «ГДП-200 листов R-36-XXVII, XXVIII (Урагубская площадь) Северо-Западного федерального округа». Целевым назначением работ было создание государственных геологических карт м-ба 1 : 200 000, а также оценка перспектив территории на различные виды полезных ископаемых. Один из результатов исследований – обнаружение перспективного проявления золота, расположенного в непосредственной близости от Мурманска (22 км) и недалеко от транспортных коммуникаций.

Геолого-структурные особенности Урагубской площади. Исследованиями охвачена зона сочленения Кольского и Мурманского мегаблоков и маркирующая ее позднеархейская Титовско-Поросозерская шовная зона (рис. 1). На современном эрозионном срезе в составе шовной зоны выделяют фрагменты локальных зеленокаменных структур (ЗС) с редуцированным типом разреза: на северо-западном окончании это Устоярвинская [3], в центральной части, к западу и востоку от Кольского залива, Титовско-Урагубская (объект изучения), на юго-восточном фланге – структура Колмозеро-Воронья.

Протяженность Титовско-Урагубской ЗС в границах изученной территории более 100 км

при максимальной ширине 15 км. Она имеет отчетливо выраженную поясовую конфигурацию, ограниченную системой субпараллельных региональных разломов северо-западного простирания. Геологическое строение представлено сочетанием супракrustальных образований титовской толщи и гранитоидов формаций кварцевых диоритов-плагиогранитов и гранитов-пегматитов.

Определяющая роль в разрезе титовской толщи принадлежит биотитовым гнейсам, которые в подчиненном количестве содержат двуслюдяные, гранат- и амфиболсодержащие, глиноземистые гнейсы, амфиболиты, коматииты, магнетитовые кварциты. В основании толщи залегают пачка конгломератов, выявленных В. С. Богдановой в 1961 г. [2]. Она занимает четкое стратиграфическое положение, прослеживаясь согласно с вмещающими породами с перерывами от правобережья р. Уры в юго-восточном направлении около 11 км, вдоль контакта титовской толщи и кольского метаморфического комплекса. Осадочный генезис конгломератов подчеркивается их ритмичнослоистым строением.

Общая характеристика сводного разреза титовской толщи отражает вертикальную направленность изменений породных ассоциаций от метатерригенных (нижняя подтолща) к вулканогенно-терригенному разрезу (средняя подтолща – формации коматиит-базальт-андезитовая

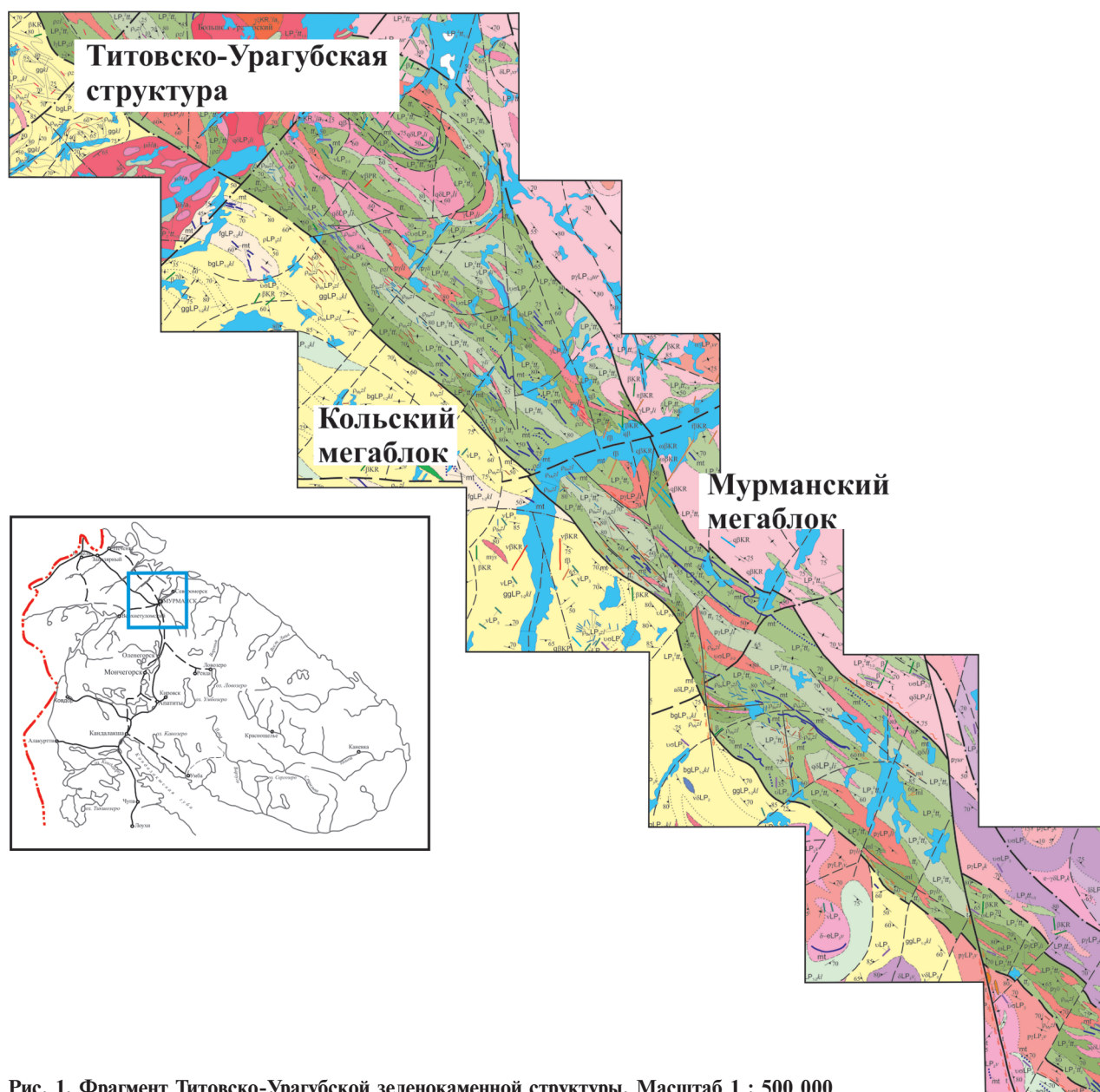


Рис. 1. Фрагмент Титовско-Урагубской зеленокаменной структуры. Масштаб 1 : 500 000

и терригенносланцевая) и выше к преобладающим вулканитам кисло-среднего состава (верхняя подтолща — базальт-андезит-дацитовая формация). По составу и характеру разреза титовская толща сопоставляется с колмозерской серией структуры Колмозеро-Воронья.

В центральной части разреза титовской толщи залегают метаморфизованные коматииты, представленные покровными (потоки, покровы, пласты) и субвулканическими телами. Наиболее плотная их концентрация отмечена в среднем течении р. Ура. Предположительно, здесь же установлен субвулканический шток коматиитов. Наблюдаемые контакты коматиитов с гнейсами и амфиболитами титовской толщи нередко имеют отчетливо выраженный тектонический характер.

По структурно-текстурным особенностям установлены массивные, шаровые, брекчиевидные и расслоенные коматииты. Брекчиевидные

коматииты представлены лавобрекчиями, кластолавами и туфами. По петрохимическим характеристикам выделены перидотитовые и базальтовые коматииты. Перидотитовые коматииты сложены серпентин-хлорит-тремолитовыми породами с подчиненными оливином и пироксеном. Состав базальтовых коматиитов определен амфиболами тремолит-актинолитового ряда и роговой обманкой.

Титовская толща, занимая пограничное межблоковое положение, залегает на метаморфитах кольского комплекса в южном обрамлении и контактирует с мигматитами и плагиогранитами Мурманского мегаблока на севере. Граница супракустальных образований с ультраметагенными метаморфитами Мурманского мегаблока изучалась нами в карьере Чигарпакенч и ранее была описана в ходе ГС-50 С. А. Дюковым к северо-западу от оз. Кулонга. Это зона мигматизации

шириной 1200 м, в виде постепенного перехода от гнейсовидных плагиогранитов, плагиомигматитов через теньевые (тонко- и грубополосчатые) небулитовые мигматиты, агматиты к слабомигматизированным гнейсам и амфиболитам титовской толщи.

Возраст вулканизма титовской толщи, установленный по магматическим цирконам из глиноземистых гнейсов (метадацитов), составил 2838 ± 23 млн лет (U-Pb по цирконам, SHRIMP II), что моложе возраста гнейсов кольского комплекса. Возраст метаморфизма, полученный по цирконам метаморфического происхождения, выделенным из той же пробы, составил 2786 ± 31 и 2774 ± 12 млн лет [7].

Характеристика золотого оруденения. В результате выполненных полевых работ Урагубской партией ВСЕГЕИ в границах Титовско-Урагубской ЗС впервые обнаружено проявление золота Мальявр. Геологическое строение участка, включающего проявление, обусловлено сложным чередованием гнейсов, амфиболитов, магнетитовых кварцитов титовской толщи, слагающих синклиналию структуру, открытую на северо-запад (рис. 2). В центре структуры преобладают двуслюдяные гнейсы, на крыльях залегают амфиболиты и биотитовые, гранат-биотитовые гнейсы. Падение гнейсовидности крутое до вертикального как в западных, так и в восточных румбах. Нередко отмечается перекрестная складчатость низких порядков. Все породы вмещают многочисленные согласно-секущие жилы пегматитов плагиогранитного состава и разблокированы тектоническими нарушениями.

Проявление Мальявр представлено золото-кварц-сульфидным оруденением, приуроченным к скарноидам. Учитывая минеральный парагенезис, скарноиды можно отнести к группе средне-высокотемпературных метасоматитов кислотного выщелачивания [4] и сопряженного с ним железо-магнезиального метасоматоза (базификации). Пространственно и генетически они ассоциируют с амфиболитами и магнетитовыми кварцитами, согласно с которыми в границах Титовско-Урагубской ЗС образуют линейные метаморфно-метасоматические зоны. Мощность зон метасоматически измененных пород может достигать несколько сотен метров, протяженность — первые километры.

Типоморфные парагенезисы скарноидов включают следующие минералы: слюда + амфибол (пироксен) + гранат \pm сульфиды \pm магнетит + кварц. Пироксен представлен реликтовыми минералами исходных пород: бледно-зеленый диопсид-геденберgit, четко плеохроирующий от зеленоватого до розового гиперстен, бесцветный или слабоокрашенный энстатит-бронзит. Среди амфиболов преобладают куммингтонит, роговая обманка, часто наблюдаются грюнерит, паргасит, гастингсит, реже — тремолит, актинолит, баркевикит, а также щелочные амфиболы — катафорит, рибекит, арфведсонит. Слюды — биотит,

мусковит, флогопит. Менее развиты в породах хлорит, эпидот, карбонат, сфен, апатит, иногда отмечается эпидот и скаполит. Текстуры метасоматитов массивные, от тонко- до грубополосчатых, пятнистые, сланцеватые, такситовые, структуры — порфиробластовые, гранонематобластовые, лепидобластовые, сноповидные и веерообразные; сложение пород от мелко- до крупнозернистого, часто гетерозернистое.

Морфология отдельных тел метасоматитов различная, преобладающая линзо- и пластообразная. Залегание их субсогласно породам субстрата, реже наблюдаются секущие взаимоотношения. Контакты метасоматических зон как постепенные, так и резкие.

Метасоматиты испытали полистадийное развитие от начальных, сингенетичных рудам изменений, через средне-высокотемпературный региональный метаморфизм амфиболитовой фации до гидротермально-метасоматических преобразований регрессивной стадии низкотемпературного амфиболитового и эпидот-амфиболитового метаморфизма. Не совсем ясна связь метасоматитов с рудоформирующим процессом, так как наблюдаются многочисленные тела скарноидов с сульфидами, но безрудные в отношении золота.

Наиболее высокие содержания золота установлены на горе Лисья, где золоторудные скарноиды обнажаются в бортах и по полотну небольших карьеров и отмечены здесь же в виде многочисленных крупноглыбовых техногенных свалов (рис. 3).

На проявлении Мальявр метасоматиты приурочены к зоне лопийских метаморфизованных брекчий (рис. 4), которые образуют полосу шириной 200—300 м и протяженностью первые километры, залегающую в гнейсах субмеридионально и несогласно по отношению к общему плану структуры. Кроме метасоматитов в строении зоны брекчий принимают участие измененные гнейсы, мусковит-турмалиновые гранит-пегматиты, кварцевые жилы. Состав брекчий своеобразен: крупночешуйчатый слюдисто-кварцевый цемент (мусковит, биотит) облекает раздробленные уплотненные ксенолиты крупнозернистых лейкократовых кварц-плагиоклазовых пород, создавая гнейсовидность (рис. 4). Ксенолиты составляют 50—80 % объема породы, их размер варьируется от одного миллиметра до 20 см. Содержание рудных минералов в брекчиях редко превышает первые проценты.

Рудоносные метасоматиты закономерно размещены в границах брекчий, где образуют линзовидно-ветвящиеся тела мощностью 0,4—8,0 м и залегают субсогласно гнейсовидности. Контакты метасоматитов резкие, в виде прямолинейных и/или волнистых в плане линий, визуальнo хорошо диагностируются. Метасоматиты имеют аллохтонный характер залегания и наблюдаются в брекчиях в виде ксеноморфных образований (ксенолитов, блоков, будин). Рудные тела разблокированы, растащены в ходе мощной лопийской тектонической перестройки,

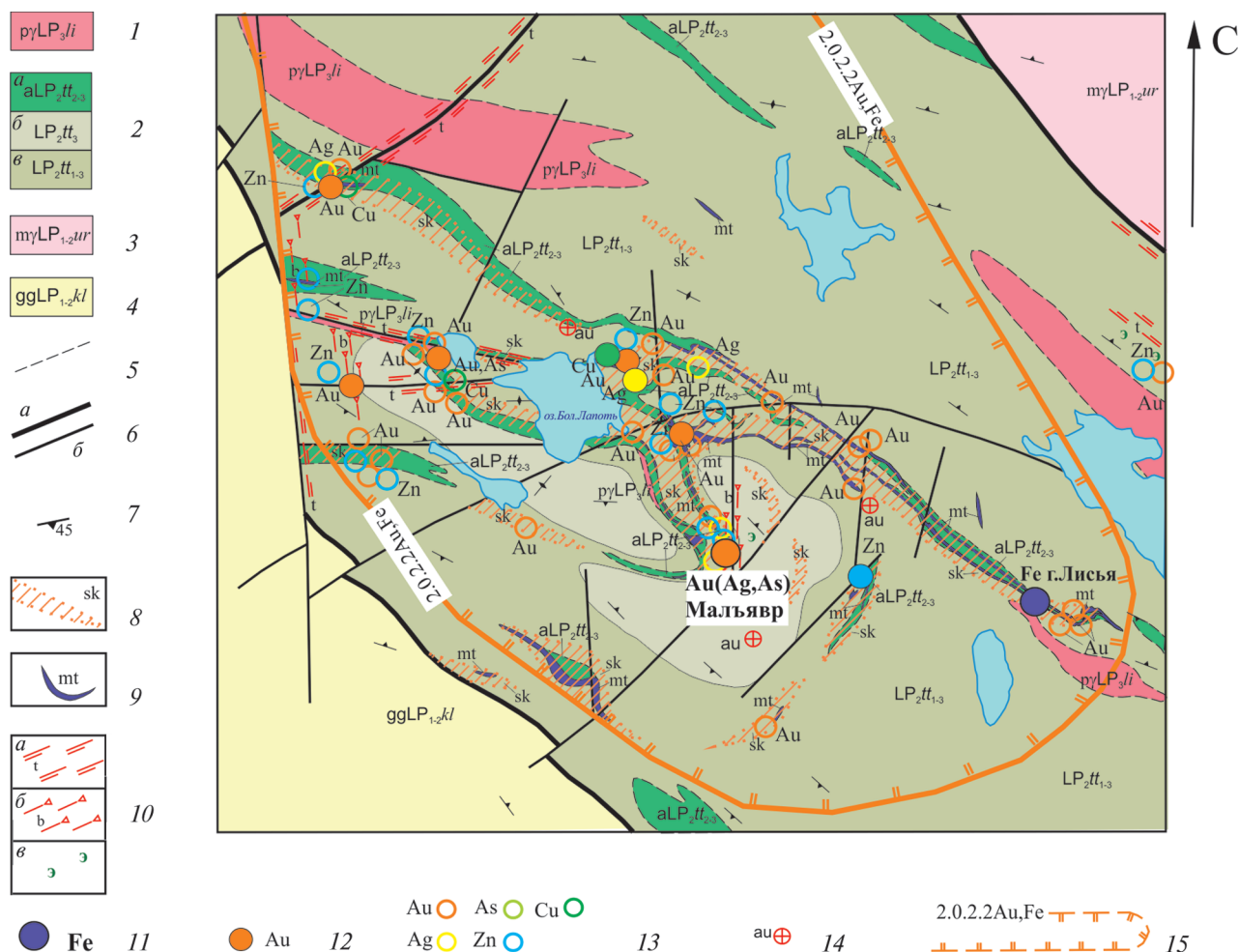


Рис. 2. Схема геологического строения юго-восточной части Мальяврского прогнозируемого железо-золоторудного поля. Масштаб 1 : 100 000

1 – лопий поздний, лицинский комплекс кварцевых диоритов-плаггиогранитов: плаггиограниты, кварцевые диориты, гранодиориты; 2 – лопий средний, титовская толща: амфиболиты с прослоями плаггиогнейсов (средняя-верхняя подтолща) (а), плаггиогнейсы биотитовые, двуслюдяные, гранат-биотитовые (верхняя подтолща) (б), гнейсы с прослоями амфиболитов (нерасчлененные нижняя-средняя-верхняя подтолща) (в); 3, 4 – лопий ранний-средний: 3 – урагубский мигматит-диорит-плаггиогранитовый комплекс: мигматиты состава плаггиогранитов, гранодиоритов, диоритов и ортогнейсы по ним, плаггиограниты, часть анатектит-граниты, эндербиты, 4 – кольский метаморфический комплекс: плаггиогнейсы биотитовые, гранат-биотитовые, с прослоями глиноземистых гнейсов и сланцев, реже амфибол-биотитовых гнейсов; 5 – границы разновозрастных стратиграфических, интрузивных подразделений; 6 – разрывные нарушения главные (а), второстепенные (б); 7 – плоскостные и линейные структурные элементы; 8 – зоны развития потенциально золоторудных метасоматитов (скарноидов); 9 – тела магнетитовых кварцитов, пласти и зоны слабрудных кварцитов, магнетит-плаггиоклаз-амфиболовых (пироксеновых) кристаллосланцев, чередующиеся с безрудными породами, околорудными метасоматитами, выделенные прямыми наблюдениями и данными магниторазведки; 10 – тектониты нерасчлененные, милониты (а), метаморфизованные брекчии (б), зоны эпидотизации (в); 11 – проявления и их названия; 12 – пункты минерализации и их элементный состав; 13 – первичные геохимические аномалии (точечные): Au ≥ 0,01 г/т, Ag ≥ 0,5 г/т, As ≥ 0,01 %, Zn ≥ 0,01 %, Cu ≥ 0,01 %; 14 – шлиховые пробы с содержанием золота (аu) в знаках; 15 – Мальяврское прогнозируемое железо-золоторудное поле

а их внутреннее строение представлено чередованием рудных и безрудных прослоев (рис. 5).

Минеральный состав золоторудных метасоматитов обусловлен варьирующим содержанием граната, кварца, биотита, амфибола, плаггиоклаза (олигоклаз, андезин). Наиболее высокие содержания золота (1–30 г/т) локализованы в метасоматитах амфибол-кварц-гранатового состава; для гранат-биотит-кварцевых метасоматитов характерны более низкие содержания Au < 1 г/т.

Все метасоматиты содержат сульфиды в количестве от первых процентов до 30–50 % в виде

гнездово-вкрапленной, реже – прожилково-просечковой минерализации. Золото характеризуется крайне неравномерным характером распределения: как правило, с увеличением количества сульфидов и новообразованных минералов метасоматитов повышается и содержание золота. Одним из наиболее достоверных признаков рудоносности является присутствие арсенипирита, который хорошо диагностируется визуально – признак достаточный, но не обязательный. По рудным и вмещающим породам выполнено бороздовое, сколковое, штупное, протолочное опробование.

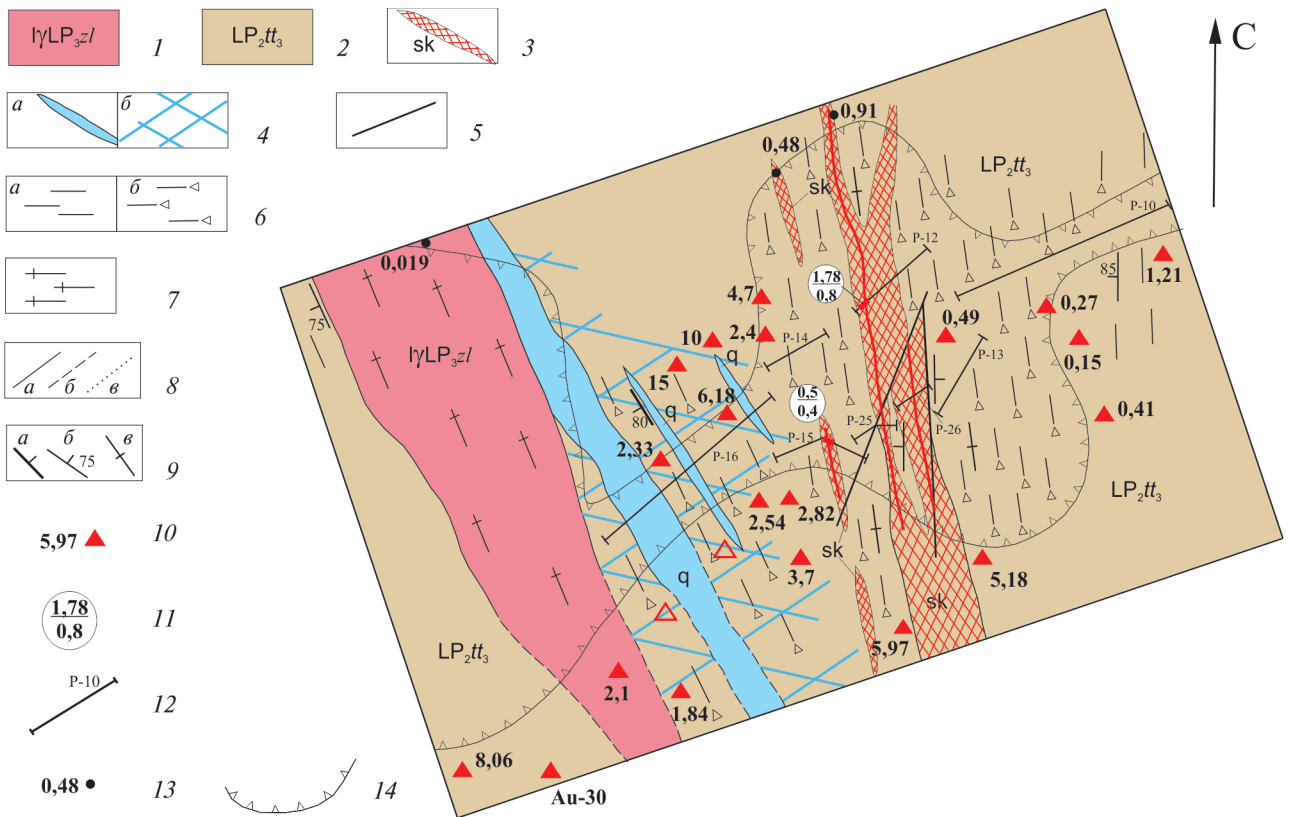


Рис. 3. Расположение рудных тел и золотоносных метасоматитов на горе Лисья. Масштаб 1 : 1000

1 – западно-лищинский комплекс: жилы плагиопегматитов турмалиновых, мусковитовых; 2 – титовская толща, верхняя подтолща: плагиогнейсы биотитовые, двуслюдяные, метаморфизованные брекчии мусковит-биотит-кварцевого состава; 3 – тела золотоносных метасоматитов кварц-биотит-гранатового состава с гнездово-вкрапленной минерализацией сульфидов (скарноиды); 4 – кварцевые жилы, метасоматические кварциты (а) и зоны интенсивного окварцевания (б); 5 – тектонические нарушения; 6 – плагиогнейсы биотитовые (а), метаморфизованные брекчии мусковит-биотит-кварцевого состава (б); 7 – плагиопегматиты турмалиновые; 8 – геологические границы: а – достоверные, б – предполагаемые, в – фациальные; 9 – элементы залегания пород: наклонное залегание контактов (а), гнейсовидности, сланцеватости (б), вертикальное залегание (в); 10 – глыбы золотоносных метасоматитов, содержание золота (г/т) по атомно-абсорбционному анализу; 11 – результаты бороздowego опробования: в числителе – содержание золота (г/т), знаменателе – длина пробы (м); 12 – линии расчисток и их номера (ГДП-200, 2019–2020 г.); 13 – коренные выходы, невыражающиеся в масштабе карты, содержание золота (г/т); 14 – внутренние контуры старых карьеров

Значимые содержания золота установлены атомно-абсорбционным анализом и составляют 8,06–1,21 г/т, достигая в отдельных пробах 15–30 г/т (сколковые пробы) и 1,87–1,69 г/т – в бороздowych пробах.

Изучение рудных минералов в аншлифах и протоочных пробах показало следующий их состав (%): пирротин – до 40, незначительно замещается марказитом и мельниковитом; арсенопирит – до 10, ильменит – до 2 и халькопирит – до 1, пирит редок, но иногда отмечен до первых процентов, в единичных знаках герсдорфит, лёллинит, магнетит, молибденит, галенит, троилит, самородный висмут, теллурувисмутит, а также золото размером до 0,03 мм и аурустибит. По данным микросондового анализа, золотины обладают следующим составом (%): 1) Au 82,7–80,67, Ag 17,3–19,33 (семь определений); 2) Au 92,94, Ag 7,06 (одно определение); 3) Au 71,54, Ag 28,46 (одно определение) (минералог Е. Л. Грузова).

Структура руд вкрапленная, тонкопетельчатая, сидеронитовая (рис. б), текстура нечетко

ориентированная. Рудные минералы мелкие, размер их редко превышает 3–6 мм, размещены, как правило, в интерстициях зерен нерудных минералов. Предполагается более позднее выделение арсенопирита по отношению к пирротину, возможно – близко-одновременно с кристаллизацией. Мелкие золотины наблюдаются вдоль прожилков пирротина с кварцем или в трещинах силикатов, чаще кварца (минералог В. Д. Ляхницкая).

В качестве попутной минерализации золоторудные метасоматиты содержат серебро (до 4,7 г/т), мышьяк (до 3,04 %), медь и цинк (редко до 0,1 %, обычно ниже). Поздне-пострудные преобразования заключены в наложенной эпидотизации, позднем окварцевании и интенсивной тектонической проработке. Поздний кварц наблюдается в виде прожилков, гнезд, цемента брекчий. С эпидотизацией ассоциируют пирит и халькопирит. Проявление Мальявр в радиусе 2–3 км сопровождается первичными геохимическими ореолами золота, цинка, меди, мышьяка,



Рис. 4. Метаморфизованные лопийские брекчи горы Лисья

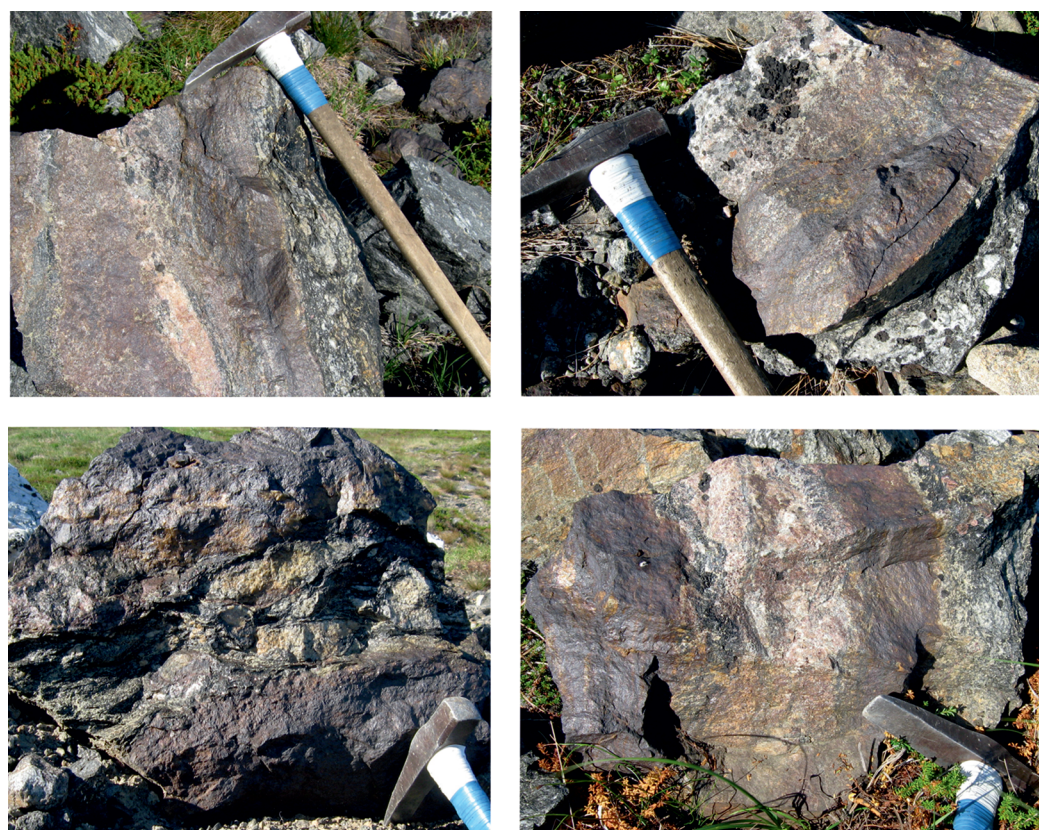


Рис. 5. Грубополосчатое строение рудных метасоматитов, проявление Мальявр

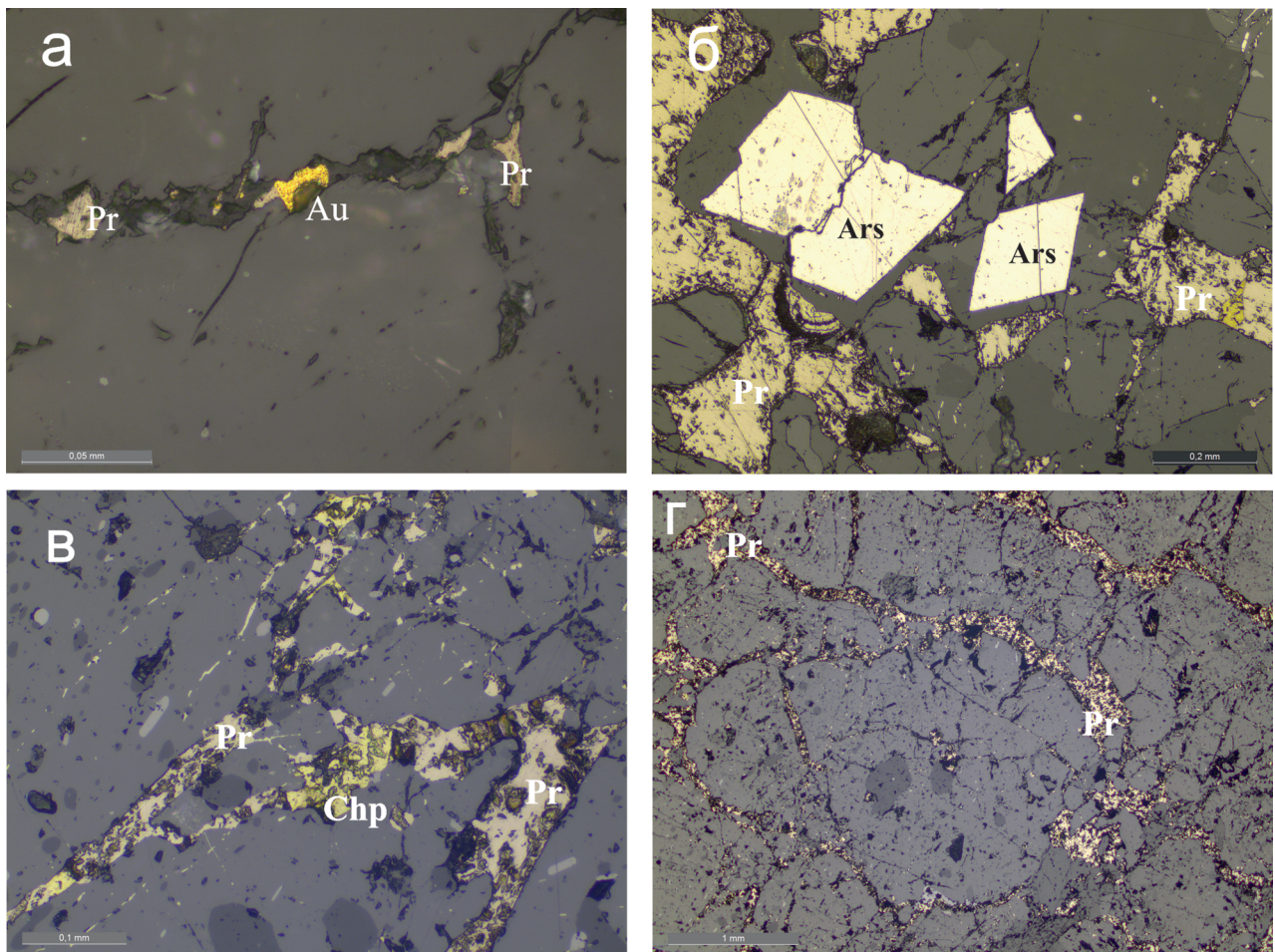


Рис. 6. Характер выделения рудных минералов

а – аншлиф 4101г: золото в трещинке в срastании с пирротинoм; *б* – аншлиф 3215-5: кристаллы арсенопирита и пирротина; *в* – аншлиф 3188б: прожилки пирротина в срastании с халькопиритoм; *г* – аншлиф 3188а: петельчатая структура выделения рудных минералов (Au – золото, Pr – пирротин, Ars – арсенопирит, Chp – халькопирит)

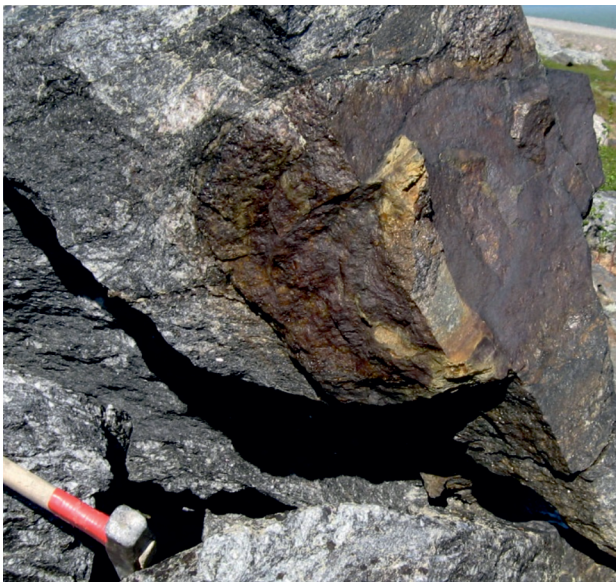


Рис. 7. Круглые и прямые складки в золоторудных метасоматитах (оруденение приурочено к ядрам и крыльям складок)

Типовые обстановки нахождения золоторудных месторождений, локализованных в железисто-кремнистых толщах (по [8; 13] и интернет-материалам)

Примеры месторождений	Элементы геологических обстановок			
	Региональная геотектоническая позиция и возраст	Рудовмещающие породные комплексы	Положение рудных залежей в формационных рядах	Минеральный состав руд, содержание Au, масштаб оруденения
Золоторудные поля Вубачикве и Коннемара (Зимбабве)	Архейский зеленокаменный пояс Гванда	Андезито-базальтовая, коматиит-базальтовая формации, включающие горизонты железистых кварцитов; песчаники, известняки	Согласные тела, секущие зоны дробления, жилы, линейные штокверки, размещенные в кварцитах, вулканитах, сланцах хлорит-амфиболовых	Пирит, арсенопирит, марказит, пирротин, антимонит, менее – галенит, сфалерит, блеклые руды. Au _{ср} – 4–9 г/т. Месторождения средние, мелкие
Горнорудный район Ред-Лейк (Канада), месторождения Пикл Кроу, Сентрал Патриция	Архейский зеленокаменный пояс	Метавулканиты основного состава, кварц-хлоритовые, углистые сланцы, пласты кварцитов	В амфиболитах, углистых сланцах, кварцитах, штоке порфиоров – жилы, линейные зоны штокверкового и прожилкового оруденения	Пирротин, арсенопирит, реже – пирит, халькопирит. Au _{ср} – 13–14 г/т. Месторождения средние, мелкие
Месторождение Лупин (Северо-Западная Канада)	Архейский зеленокаменный пояс	Мощная толща амфиболовых сланцев с горизонтами кварцитов	Полосчатые метасоматиты, сложенные кварцем, актинолитом и сульфидами с золотом, расположены в нижней части кварцитов	Пирротин, арсенопирит, менее – пирит, халькопирит, самородное серебро. Au _{ср} – 13,5 г/т. Месторождение среднее
Месторождения Гейта, Кукулума, Тулавака и др. (Танзания)	Архейские зеленокаменные пояса Гейта, Ирамба-Секенке	Железистые породы переслаиваются с метавулканитами кислотно-среднего состава и осадками	Кварц-сульфидное тело замятия в рассланцованных железистых кварцитах	Пирит, пирротин, арсенопирит, халькопирит. Au _{ср} – 2,5–14 г/т. Месторождения мелкие, средние
Рудное поле Йилгарн, Хилл 50, Уэстрелия, Копперхед (Австралия)	Архейский зеленокаменный пояс Норсмен-Вилуна	Метаморфизованные базит-гипербазитовые вулканиты, полосчатые железистые породы, перекрытые терригенно-осадочными толщами	Зоны сульфидной вкрапленности в железистых кварцитах, отчасти в зеленокаменных сланцах и порфирировых дайках	Пирротин, пирит, арсенопирит. Au _{ср} – 4,3–10 г/т. Месторождения средние, мелкие
Титовско-Урагубская ЗС, проявление Мальявр	Архейский зеленокаменный пояс Титовско-Поросозерский	Гнейсы биотитовые, двуслюдяные, глиноземистые, амфиболиты, коматииты, железистые кварциты	Линзовидно-ветвящиеся тела сульфидизированных метасоматитов амфибол-гранат-кварцевого состава	Пирротин, арсенопирит, менее – ильменит, халькопирит, пирит. Au – 2–10 г/т, максимально 30 г/т

серебра. Совместно с вмещающими брекчиями и гнейсами зоны сульфидной минерализации подверглись интенсивным пликативным дислокациям, рудные тела смяты в мелкие круглые, изоклинальные складки (рис. 7).

Зона скарноидов проявления Мальявр прослеживается на северо-запад более одного километра по коренным выходам и отражается в геофизических полях аномалиями заряжаемости и низкоомными зонами.

Обсуждение результатов. В последнее время золотоносности железисто-кремнистых формаций раннего докембрия уделяется пристальное внимание. При этом все расположенные там золоторудные объекты исследователями объединяются в группы, которые трактуются как рудные формации, типы месторождений: золото-железисто-кварцитовая [5], золото-силикатно-сульфидная

стратиформная [11], золото-джеспилитовая [10]. Даже при беглом знакомстве с эталонными месторождениями этих формаций очевидно, что подавляющая их часть обладает более поздним, наложенным генезисом по отношению к железорудным толщам. Наблюдается совмещение в пространстве тектонических, гидротермально-метасоматических процессов и железистых кварцитов, возможно благоприятных на отдельных участках для локализации золота. Сингенетичные стратиформные железорудные залежи не несут значимых золоторудных концентраций, золото там присутствует, но доступно и экономически выгодно для извлечения лишь в продуктах обогащения (концентратах), да и то на редких месторождениях.

Полученные фактические данные по геологическому строению, структурно-тектоническому положению, вещественному составу руд

и вмещающих пород позволяют параллелизовать проявление Мальгьяв с объектами архейских зеленокаменных поясов, локализованных в железисто-кремнистых толщах (таблица). Это золоторудные поля Вубачикве и Коннемара (Зимбабве), месторождения Гейта, Кукулума, Тулавака (Танзания), рудное поле Йилгарн, месторождения Хилл 50, Уэстрелия, Копперхед (Австралия), горнорудный район Ред-Лейк, месторождение Лупин (Канада) и др. Как правило, это средние и мелкие объекты, имеющие пирит-пирротин-арсенопиритовый состав руд и умеренные средние содержания золота. Возможная парагенетическая связь с железистыми кварцитами большей частью не очевидна. Рудная формация — золото-кварц-сульфидная, к которой следует отнести и проявление Мальгьяв. Бедная минерализация золота, сопровождающая магнетитовые кварциты, отмечена и в границах Титовско-Урагубской ЗС, но является, по-видимому, сингенетичной железорудным толщам и не перспективна в отношении значимых золоторудных концентраций.

Имеющиеся геологические наблюдения и установленные возрастные рубежи вмещающих пород позволяют отнести золоторудные процессы, проявленные в границах Титовско-Урагубской ЗС, к продуктам позднелопийского рудогенеза. Рудоформирующие процессы позднего лопия в настоящее время расшифровываются с трудом, но, как правило, общими для месторождений золота является образование промышленного оруденения в орогенные и посторогенные стадии формирования складчатых областей в результате функционирования многокомпонентной длительно развивающейся рудно-геологической системы — десятки, сотни миллионов лет [9; 12]. Зарубежные исследователи (Д. Гровс и др.) выделяют в интервале 2,7–2,6 млрд лет основную мировую эпоху накопления золота, которая соответствует наиболее интенсивным метаморфогенно-метасоматическим преобразованиям, — так называемый суперплюм докембрийских кратонов мира [1; 6; 14]. К этому времени относят образование золоторудных объектов, связываемых с железорудной формацией — месторождения Вубачикве в Зимбабве, Лупин в Канаде, Маллапконда в Индии, деформированные в складки и разобщенные руды месторождения Хоумстейк (север США) и др. По-видимому, именно этот период ответственен и за золоторудные концентрации Титовско-Урагубской ЗС.

В результате выполненных работ получены новые данные, позволяющие оценить прогнозные ресурсы золота в районе проявления Мальгьяв в 58 т, что соответствует рангу среднего месторождения. Значительно увеличилось перспективы золотоносности Титовско-Урагубской ЗС в целом, потому что в ее границах отмечены как региональные, так и локальные поисковые предпосылки и признаки — многочисленные зоны сульфидизированных скарноидов, тектонитов, проявления, пункты минерализации золота и его

элементов-спутников (As, Ag, Cu, Zn, Pb), первичные и вторичные геохимические аномалии, знаки золота в шлихах. Путем комплексной интерпретации геологических и минерагенических данных Титовско-Урагубская ЗС ранжирована по перспективности в отношении золота, выделены участки для поисково-оценочных и поисковых работ.

1. Балашов Ю. А., Глазнев В. Н. Мантийный магматизм в проблеме корообразования // Изотопная геохронология в решении проблем геодинамики и рудогенеза: Материалы II Российской конференции по изотопной геохронологии. — СПб., 2003. — С. 44–48.

2. Богданова В. С., Дагелайский В. Б. Возрастное положение пород тундровой серии и конгломератов района р. Уры (Кольский полуостров) // Абсолютный возраст докембрийских пород СССР. — М.; Л.: Наука, 1965. — С. 74–83.

3. Вороняева Л. В., Пожиленко В. И. Устоярви — фрагмент гранит-зеленокаменной области (западная часть Мурманского домена) // Рифтогенез, магматизм, металлогения докембрия. Корреляция геологических комплексов Фенноскандии: Тезисы докл. — Петрозаводск, 1999. — С. 29–30.

4. Жданов В. В. Метасоматиты, опыт изучения и картирования. — СПб.: ВСЕГЕИ, 1999. — 53 с.

5. Золоторудные месторождения России / ред. М. М. Константинов. — М.: Акварель, 2010. — 365 с.

6. Лобач-Жученко С. Б. 2700 млн лет — важнейший рубеж в истории архея // Геология и геодинамика архея: Материалы I Российской конференции по проблемам геологии и геодинамики архея. — СПб., 2005. — С. 231–235.

7. Мыскова Т. А. Новые данные о составе и возрасте протолита глиноземистых гнейсов кольской и тундровой серий Центрально-Кольского блока Балтийского щита / Т. А. Мыскова, Р. И. Милькевич, Е. С. Богомолов, В. Ф. Гусева // Геология и геодинамика архея: Материалы I Российской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия. — СПб., 2005. — С. 272–275.

8. Некрасов Е. М. Зарубежные эндогенные месторождения золота. — М.: Недра, 1988. — 285 с.

9. Новожилов Ю. И., Гаврилов А. М. Эволюция и динамика развития золоторудных формаций в складчатых областях миогеосинклинального типа // ДАН. — 1994. — Т. 338, № 1. — С. 74–77.

10. Оценка прогнозных ресурсов алмазов, благородных цветных металлов: методическое руководство. Вып. «Золото» / Б. И. Беневольский, Е. В. Булинова, А. В. Бражник и др. — М.: ЦНИГРИ, 2002. — 182 с.

11. Сясько А. А., Гриб Н. Н., Рэдлик Э. Ф. Сравнительный анализ докембрийских золотоносных образований кристаллических щитов. Геология месторождений полезных ископаемых // Горные науки и технологии. — 2017. — № 2. — С. 11–27. — URL: <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2017-2-11-25> (дата обращения: 15.05.2015).

12. Условия формирования золотого оруденения в структурах Северо-Востока СССР / Н. А. Шило, В. И. Гончаров, А. В. Альшевский, В. В. Варцупнев. — М.: Наука, 1988. — 182 с.

13. Шер С. Д. Металлогения золота: В 2 т. — М.: Недра, 1972–1974. Т. 1: Северная Америка, Австралия и Океания. — 1972. — 294 с.; Т. 2: Евразия, Африка, Южная Америка. — 1974. — 256 с.

14. Condie K. C. Episodic continental growth and supercontinents: A mantle avalanche connection? // Earth and Planetary Science Letters. — 1998. — Vol. 163. — Pp. 97–108.

1. Balashov Yu. A., Glaznev V. N. Mantiynnyy magmatizm v probleme koroobrazovaniya [Mantle magmatism in the problem of crust formation]. *Izotopnaya geokhronologiya v reshenii problem geodinamiki i rudogeneza: Materialy II Rossiyskoy konferentsii po izotopnoy geokhronologii*. St. Petersburg, 2003, pp. 44–48. (In Russian).

2. Bogdanova V. S., Dagelayskiy V. B. Vozrastnoe polozhenie porod tundrovoy serii i konglomeratov rayona r. Ury (Kol'skiy poluostrov) [Vozrastnoe polozhenie porod tundrovoy serii i konglomeratov rayona r. Ury (Kol'skiy poluostrov)]. *Absolyutnyy vozrast dokembriyskikh porod SSSR*. Moscow; Leningrad, Nauka, 1965, pp. 74–83. (In Russian).

3. Voronyaeva L. V., Pozhilenko V. I. Ustoyarvi – fragment granit-zelenokamennoy oblasti (zapadnaya chast' Murmanskogo domena) [Ustoyarvi – a fragment of a granite-greenstone region (western part of the Murmansk domain)]. *Riftogenez, magmatizm, metallogeniya dokembriya. Korrelyatsiya geologicheskikh kompleksov Fennoskandii: Tezisy dokl.* Petrozavodsk, 1999, pp. 29–30. (In Russian).

4. Zhdanov V. V. Metasomatity, opyt izucheniya i kartirovaniya [Metasomatites, the experience of studying and mapping]. St. Petersburg, VSEGEI, 1999, 53 p.

5. Konstantinov M. M. (ed.). Zolotorudnye mestorozhdeniya Rossii [Gold ore deposits in Russia]. Moscow, 2010, 365 p.

6. Lobach-Zhuchenko S. B. 2700 mln let – vazhneyshiy rubezh v istorii arkheya [2700 Ma – the most important milestone in the history of the Archean]. *Geologiya i geodinamika arkheya: Materialy I Rossiyskoy konferentsii po problemam geologii i geodinamiki arkheya*. St. Petersburg, 2005, pp. 231–235. (In Russian).

7. Myskova T. A., Mil'kevich R. I., Bogomolov E. S., Guseva V. F. Novye dannye o sostave i vozraste protolita glinozemistykh gneysov kol'skoy i tundrovoy seriy Tsentral'no-Kol'skogo bloka Baltiyskogo shchita [New data on the composition and age of the protolith of alumina gneisses of the

Kola and Tundra series of the Central Kola block of the Baltic Shield]. *Geologiya i geodinamika arkheya: Materialy I Rossiyskoy konferentsii po problemam geologii i geodinamiki dokembriya*. St. Petersburg, 2005, pp. 272–275. (In Russian).

8. Nekrasov E. M. Zarubezhnye endogennyye mestorozhdeniya zolota [Foreign endogenous gold deposits]. Moscow, Nedra, 1988, 285 p.

9. Novozhilov Yu. I., Gavrilov A. M. Evolyutsiya i dinamika razvitiya zolotorudnykh formatsiy v skladchatykh oblastyakh miogeosinklinal'nogo tipa [Evolution and dynamics of development of gold ore formations in folded areas of myogeosynclinal type]. *Doklady Earth Sciences*. 1994, vol. 338, no. 1, pp. 74–77. (In Russian).

10. Benevol'skiy B. I., Blinova E. V., Brazhnik A. V. et al. Otsenka prognoznykh resursovalmazov, blagorodnykh tsvetnykh metalloz: metodicheskoe rukovodstvo. Vyp. «Zoloto» [Estimation of predicted resources of diamonds, noble non-ferrous metals: methodological guide. Iss. «Gold»]. Moscow, 2002, 182 p.

11. Syas'ko A. A., Grib N. N., Redlikh E. F. The comparative analysis of Precambrian gold reserves formations of crystallized shields. *Gornye nauki i tekhnologii*. 2017, no. 2, pp. 11–27, available at: <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2017-2-11-25> (accessed 15 May 2015). (In Russian).

12. Shilo N. A., Goncharov V. I., Al'shevskiy A. V., Vartsepnev V. V. Usloviya formirovaniya zolotogo orudneniya v strukturakh Severo-Vostoka SSSR [Conditions for the formation of gold mineralization in the structures of the North-East of the USSR]. Moscow, Nauka, 1988, 182 p.

13. Sher S. D. Metallogeniya zolota: V 2 t. [Metallogeny of gold: In 2 volumes]. Moscow, Nedra, 1972–1974. Vol. 1: Severnaya Amerika, Avstraliya i Okeaniya [North America, Australia and Oceania]. 1972, 294 p.; Vol. 2: Evraziya, Afrika, Yuzhnaya Amerika [Eurasia, Africa, South America]. 1974, 256 p.

14. Condie K. C. Episodic continental growth and supercontinents: A mantle avalanche connection? *Earth and Planetary Science Letters*, 1998, vol. 163, pp. 97–108.

Voronyaeva Larisa Valentinovna – канд. геол.-минерал. наук, вед. геолог, ВСЕГЕИ¹. <Larisa_Voronyaeva@vsegei.ru>
Krupenik Zoya Valer'evna – науч. сотрудник, ВСЕГЕИ¹. <Zoya_Krupenik@vsegei.ru>

Voronyaeva Larisa Valentinovna – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Geologist, VSEGEI¹.
<Larisa_Voronyaeva@vsegei.ru>

Krupenik Zoya Valer'evna – Researcher, VSEGEI¹. <Zoya_Krupenik@vsegei.ru>

¹ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106.

A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, Russia, 199106.