

УДК 553.061.12:463(571.6)

Митрофанов Н.П., Бурова Т.А., Выдрич Д.Е.,
Макаров А.И. (ФГБУ «ВИМС»)**МОДЕЛИ РУДНО-МАГМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ВОЛЬФРАМУРОДНЫХ УЗЛОВ И ПОЛЕЙ**

*На геодинамической основе, используя морфоструктурный и геофизический анализы геологической среды, рассматривается строение рудно-магматических систем узлов и полей, вмещающих промышленные месторождения вольфрама полиметалльно-вольфрамовой формации. Разработанные модели таксонов предназначены для выявления в рудных районах потенциально перспективных площадей, вмещающих скрытое оруденение. **Ключевые слова:** вольфрам, формация, геодинамика, геофизика, модели рудных узлов, полей.*

Mitrofanov N.P., Burova T.A., Vydrich D.E., Makarov A.I.
(VIMS)**MODELS OF ORE-MAGMATIC SYSTEMS OF
TUNGSTEN-ORE NODES AND FIELDS**

*On the geodynamic basis, using morphostructural and geophysical analyzes of the geological environment, the structure of the ore-magmatic systems of the nodes and fields containing the industrial tungsten deposits of a polymetal-tungsten formation is considered. The developed taxon models are designed to identify potentially promising areas in the ore areas containing hidden mineralization. **Keywords:** tungsten, formation, geodynamics, geophysics, models ore nodes, fields.*

В настоящее время с исчерпанием фонда вскрытых эрозией месторождений актуальным становится прогноз и поиски объектов, рудные тела которых не выходят на поверхность (скрытых). Главная задача современных исследований — выделение рудных узлов и полей, перспективных для локализации скрытых скоплений полезных ископаемых, пригодных для промышленного освоения. Ключевое направление работ для решения задачи должно быть направлено на изучение рудно-магматических систем такого ранга, имеющих благоприятные предпосылки для формирования рудных объектов. Составлению моделей узлов и полей с разведанными месторождениями вольфрама, посвящено предлагаемое исследование.

Месторождения вольфрама принадлежат разным формациям: олово-вольфрамовой, молибден-вольфрамовой и полиметалльно-вольфрамовой [4, 6, 10], которые зарождались в разных геологических условиях, и соответственно отличаются природой и строением вмещающих их рудно-магматических систем. На карте геодинамических комплексов и месторождений

Северо-Западного сектора Тихоокеанского рудного пояса (рис. 1) отчетливо видна локализация месторождений полиметалльно-оловянной и олово-вольфрамовой формаций в геодинамических обстановках пассивной континентальной окраины, месторождений молибден-вольфрамовой и широко распространенных медно-молибденовых — в аккрецированных к континенту островодужных и океанических образований. Крупные месторождения полиметалльно-оловянной, часто с сопутствующим вольфрамом, и полиметалльно-вольфрамовой формаций приурочены к зонам непосредственного взаимодействия континентальной и океанической плит — тектонически сжатым образованиям аккреционных призм. При этом месторождения полиметалльно-вольфрамовой формации локализируются в тыловых зонах аккреционных призм, сложенных преимущественно островодужными и океаническими породами, а месторождения полиметалльно-оловянной формации — во фронтальных зонах, где преобладают терригенные отложения пассивных континентальных окраин [1, 7]. На востоке нашей страны в Сихоте-Алинской (Дальневосточной) провинции в пределах Центральной металлогенической зоны разведаны наиболее продуктивные месторождения полиметалльно-вольфрамовой (скарновой) формации Восток 2, Лермонтовское, Скрытое. Материалы Государственной геологической карты РФ масштаба 1:1 000 000 (третье поколение) [3], среднемасштабных исследований рудных районов, в которых они находятся, морфоструктурные исследования и результаты интерпретации геофизических полей по технологии КОСКАД 3D [8], положены в основу разработки моделей рудно-магматических систем их рудных узлов и полей.

Лермонтовское месторождение расположено на западе Нижне-Бикинского вольфраморудного района (рис. 2). Составителями геологической карты третьего поколения оно выделяется в составе одноименного месторождения золото-медно-олово-вольфраморудного узла. Столь рудонасыщенный узел, оконтуренный в «естественных границах»*, занимает площадь более 1200 км², что превышает размеры таксонов такого ранга [12]. Нами основным аргументом для обоснования границ таксонов рудных узлов и полей приняты размеры купольных морфоструктур, возникающих при становлении генерирующих оруденение гранитоидов, ранжированных в градациях узлов $n \times 10^2$ км² и полей $n \times 10$ км². Геоморфологический анализ рельефа рудного района позволяет определить местонахождение Лермонтовского месторождения в границах Шивкинской купольной морфоструктуры — рудного узла

* Обоснования границ узлов авторы карты третьего поколения не приводят.

площадью около 400 км², а в южной части последнего — в контуре купольной морфоструктуры размером 35 км² — Лермонтовского рудного поля.

Шивкинская морфоструктура (II) имеет эллипсообразную форму, вытянутую в меридиональном на-

правлении. Средние вершинные поверхности в ее пределах находятся на уровне 350–450 метровых отметок. В ее общий контур вписываются более мелкие купола, вершины которых воздымаются до 550 м на юге (Лермонтовский купол) и снижаются до 250 м на севере.

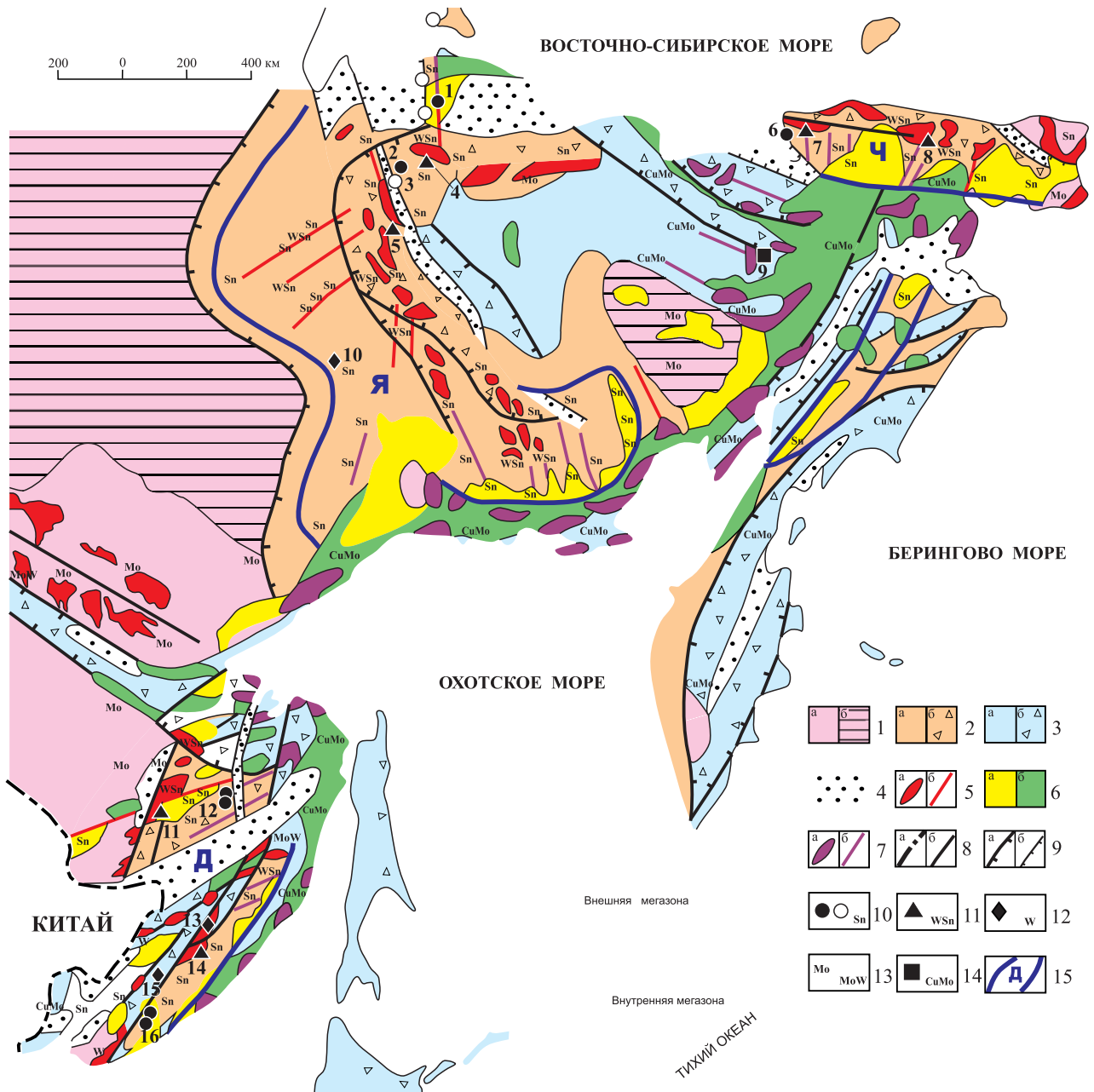


Рис. 1. Карта геодинамических комплексов и месторождений Северо-Западного сектора Тихоокеанского рудного пояса. Литодинамические комплексы: 1–3 — базовые: 1 — кратонные: а — метаморфического фундамента, б — осадочного чехла; 2 — континентальные: а — пассивной континентальной окраины, б — аккреционных призм, сложенных преимущественно континентальными отложениями; 3 — океанические: а — островодужно-океанические, б — аккреционных призм, сложенных преимущественно островодужно-океаническими породами; 4 — осадочных бассейнов; 5–7 — рудогенерирующие: 5 — коллизионных гранитоидов: а — массивов продольных поясов, б — штоков и даек поперечных рядов; 6–7 — надсубдукционных: 6 — вулcano-плутонических поясов: а — кислого, б — основного-среднего составов, 7 — интрузивных: а — продольных поясов, б — поперечных рядов; 8 — тектонические швы зон коллизии: а — жесткой, б — мягкой; 9 — а — надвиги, б — уступы кайнозойских рифтов; 10–14 — месторождения (знаком и номером названия показаны крупные, индексом — поля средних и мелких) формаций: 10 — полиметалльно-оловянной (1 — Чурпунья, 2 — Депутатское, 6 — Валькумейское, 12 — объекты Комсомольского района, 16 — Кавалеровского района) и россыпи тектонических уступов (3 — Терехтяхская и др.), 11 — вольфрам-оловянной (4 — Одинокое, 5 — Титовское, 7 — Пыркакайские штокерки, 8 — Иульгинское, 11 — Правоурмийское, 14 — Тигриное), 12 — полиметалльно-вольфрамовой (10 — Агылкинское, 13 — Восток 2, 15 — Скрытое), 13 — молибден-вольфрамовой и молибденовой, 14 — медно-молибденовой (9 — Песчанка); 15 — границы оловоносных провинций: Д — Дальневосточной, Я — Яно-Колымской, Ч — Чукотской. На вставке: континентальные плиты: I — Чукотская, II — Сибирская, III — Амурская, заштрихована — Евразийская. Пунктир — граница между Внутренней (континентальной) и Внешней (формирующейся континентальной) мегазонами Тихоокеанского рудного пояса

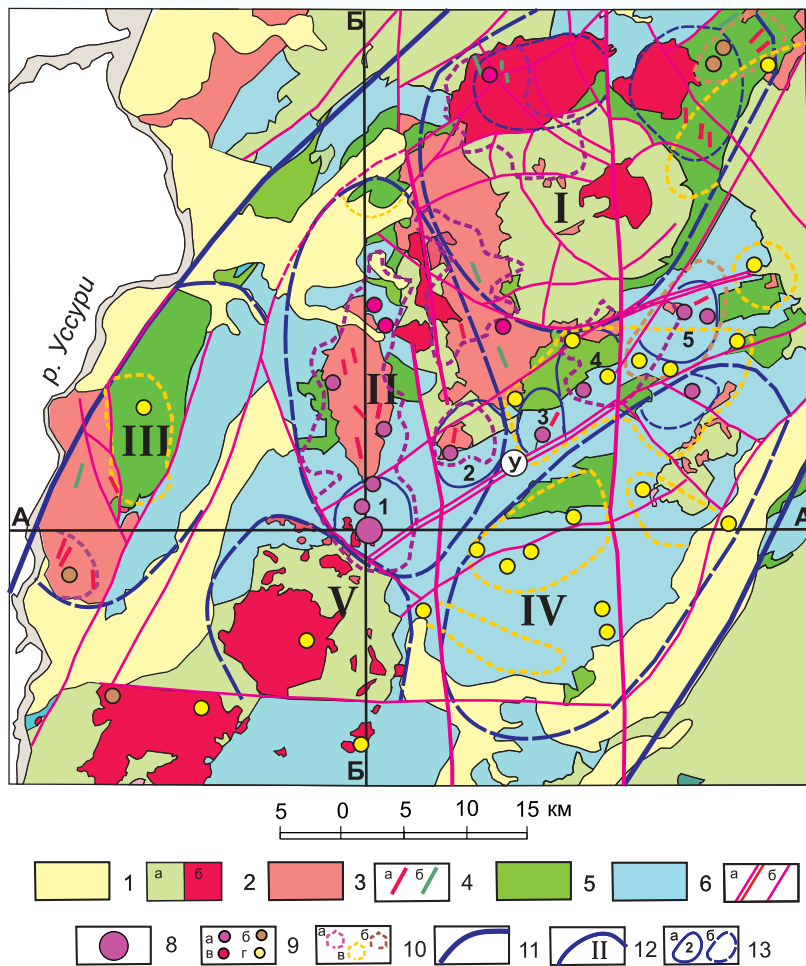


Рис. 2. Карта геодинамических комплексов и морфоструктур Нижне-Бикинского рудного района (лист L-53-IX): 1 — палеоген-неогеновые отложения; 2 — надсубдукционные вулканоплутонические комплексы (K_2): а — вулканический: андезит-дацит-риолитовый: лавы, туфы, туфолавы, б — интрузивный: диорит-гранодиорит-гранитный; 3 — коллизионный гранодиорит-гранитный комплекс (K): монцодиориты, биотитовые гранодиориты, плагиограниты, двуслюдяные граниты, лейкограниты; 4 — дайки гранит-порфиров, аплитов, лампрофиров; 5 — автохтонный пассивной континентальной окраины терригенный комплекс (K_1): алевролиты, песчаники, гравелиты, конгломераты; 6 — аллохтонные островодужно-океанические комплексы аккреционных призм (Т-1): а — терригенные, карбонатные, кремнистые, базальтоидные породы разного происхождения и возраста, связанные с алевроглинистым матриком, б — крупные блоки основных и ультраосновных пород; 7 — тектонические нарушения: а — зоны тектонических швов: Улиткинский (У), б — коровых разломов; 8 — Лермонтовское вольфрамное месторождение; 9 — рудопроявления: а — вольфрама, б — олова, в — молибдена, г — золота; 10 — шлиховые ореолы: а — шеелита, б — касситерита, в — золота. Границы разноранговых рудных таксонов: 11 — Нижне-бикинского рудного района; 12 — рудных узлов, их наименования: I — Синегорский, II — Шивкинский, III — Васильевский, IV — Ориентировочный, V — Сапунский; 13 — рудных полей: а — установленных: 1 — Лермонтовский, 2 — Олимпийский, 3 — Вечерний, 4 — Междуреченский, 5 — Светлый; б — потенциальных

Границы морфоструктуры осложнены тектоническими подвижками. Особенно нарушена восточная часть, где она взаимодействует с более крупной Синегорской морфоструктурой (I), сформировавшейся в более позднее время. По этим разломам не исключается (см. ниже) отсечение Шивкинской рудно-магматической системы от Синегорской системы.

Территория Шивкинского узла сложена тектонически скученными олистостромовыми образованиями. По материалам ГДП-200 (Найденко и др., 2009) они представлены меланжевыми толщами, включающими мелкие до гигантских олистолиты и олистоплаки разновозрастных терригенных и кремнистых пород, известняков, базальтоидов, их туфов и туффитов, субшелочных пикритов, меймечитов, габброидов и других пород. В низах разрезов олистостромовых толщ преобладают кремнистые, кремнисто-глинистые породы, которые выделяют в джаурскую свиту мощностью до 600 м, датируемую триасом. В верхах доминируют алевропелитовые терригенные и основного состава вулканогенные отложения, объединяемые в култухинскую свиту юрского возраста, мощностью 2650 м. Перетасованные между собой олистостромовые образования, выделяемые в аллохтонный комплекс, вероятно, имеют большую мощность. При ранних съемочных работах, когда они датировались карбоном и пермью, общая их мощность в изученных разрезах района пре-

вышла 10 км (Лихт, 1978). Перекрывающий олистострому автохтонный комплекс сложен алевролитами и песчаниками с прослоями гравелитов и конгломератов. Эти образования пассивной континентальной окраины объединяются в нижнемеловую улиткинскую толщу, мощностью 1400 м. Вулканогенно-осадочные образования Бикинской зоны отличаются повышенным содержанием вольфрама (2,6–3,2 г/т), что позволило объединить их со специализированными на этот металл одновозрастными олистостромами Сихотэ-Алиня [1, 3]. Специализацию олистостром вулканогенно-осадочных пород исследователи связывали с формированием их в глубоководных условиях [2, 5], что подтверждают высокие содержания в них марганца.

На западе большую часть Шивкинского узла занимает одноименная гранитоидная интрузия хунгарийского комплекса [3]. Она сформировалась в раннемеловое время в заключительную стадию аккреционно-коллизионного взаимодействия терригенных толщ пассивной континентальной окраины с островодужно-океаническими образованиями верхней части океанической коры. Породы представлены монцодиоритами (граносиенитами), биотитовыми гранодиоритами, двуслюдяными гранитами. Гранитоиды характеризуются высокой глиноземистостью, повышенной основностью, магниезальностью, нормальной калий-натровой щелочностью с преобладанием в

кислых дериватах калия над натрием. В заключительной фазе они прорываются дайками гранит-порфиров, аплитов, диабазов порфириров (лампрофиров), свидетельствующих о законченной короткой гомодромной эволюции магматизма гранодиорит-гранитной формации (Э.П. Изох, 1978). Для интрузии характерны повышенные относительно кларка содержания вольфрама в среднем 2,5 г/т со стандартным отклонением 2,6 г/т, что более чем в два раза превышает их содержания в невольфрамоносных гранитоидах в Сихотэ-Алинской металлогенической провинции (соответственно 1,1 г/т и 0,9) [5].

На контакте интрузии вмещающие породы ороговикованы и окружены широкой зоной региональной биотитизации. В породах интрузии наблюдаются участки пегматитизации, а в приконтактных частях грейзенизации, отличающиеся повышенными содержаниями вольфрама до 3,1 г/т. Аллювий ручьев, дренирующих интрузию, заражен шеелитом, меньше вольфрамитом. В контактовой зоне наблюдаются мелкое Рубежное месторождение, локализующееся в провесах кровли, и рудопоявления вольфрама. Они сопровождаются геохимическими аномалиями вольфрама во вторичных ореолах рассеяния и в донных осадках. На севере и востоке узла в проявлениях и аномалиях отмечаются молибден, медь, в удалении от интрузии — полиметаллы и золото.

Интенсивность рудоносности резко возрастает на юге узла, где в контурах наиболее высокой морфоструктуры выделено Лермонтовское рудное поле (рис. 1, 2). Оно сложено мощной толщей олистостромовых образований, которые в центральной части поля прорываются гранитоидным штоком, занимающим площадь около 2 км². По данным М.Г. Руб [8], шток сложен двуслюдяными и биотитовыми граносиенитами и биотитовыми гранитами. В поздних фазах с ними ассоциируют имеющие небольшое распространение лейкограниты и плагиограниты. Шток и вмещающие породы пронизаны дайками аплитов и лампрофиров (диабазовых порфириров). Содержания вольфрама в грейзенизированных участках штока достигают 13 г/т. Поле находится на пересечении меридиональной зоны нарушений, по которой вытянута Шивкинская интрузия, и субширотной Улиткинской тектонической зоны, которая отделяет Шивкинский (II) узел от Ориентировачного (IV) золоторудного узла.

Вольфрамовое оруденение в рудном поле локализовано в виде пласто-, линзо- гнездообразных залежей в провесах кровли штока, выполненных известковыми скарнами. Приуроченность провесов к экзоконтактовым частям штоков объясняется их нарушенностью и соответственно лучшей проницаемостью для циркуляции метасоматических агентов, формирующих грейзены в гранитах и скарны в окружающих карбонатных породах, создавая благоприятную обстановку для отложения рудной нагрузки из пневмо-флюидных растворов. В эндоконтактных зонах грейзенизации концентрируется богатое шеелит-кварцевое оруденение, а в экзоконтактных скарнах — продуктивное шеелит-сульфидное. При удалении от зоны контакта намечается определенная зональность в локализации сульфидов в рудах. При постоянном присутствии в рудах пирротина вблизи контакта с интрузией развит антимонит. Далее он сменяется халькопиритом, с которым ассоциируют наибольшие концентрации шеелита. В следующей зоне начинает преобладать сфалерит. В самой удаленной зоне, в которой главная роль переходит к галениту, присутствие шеелита и пирротина сходит на нет.

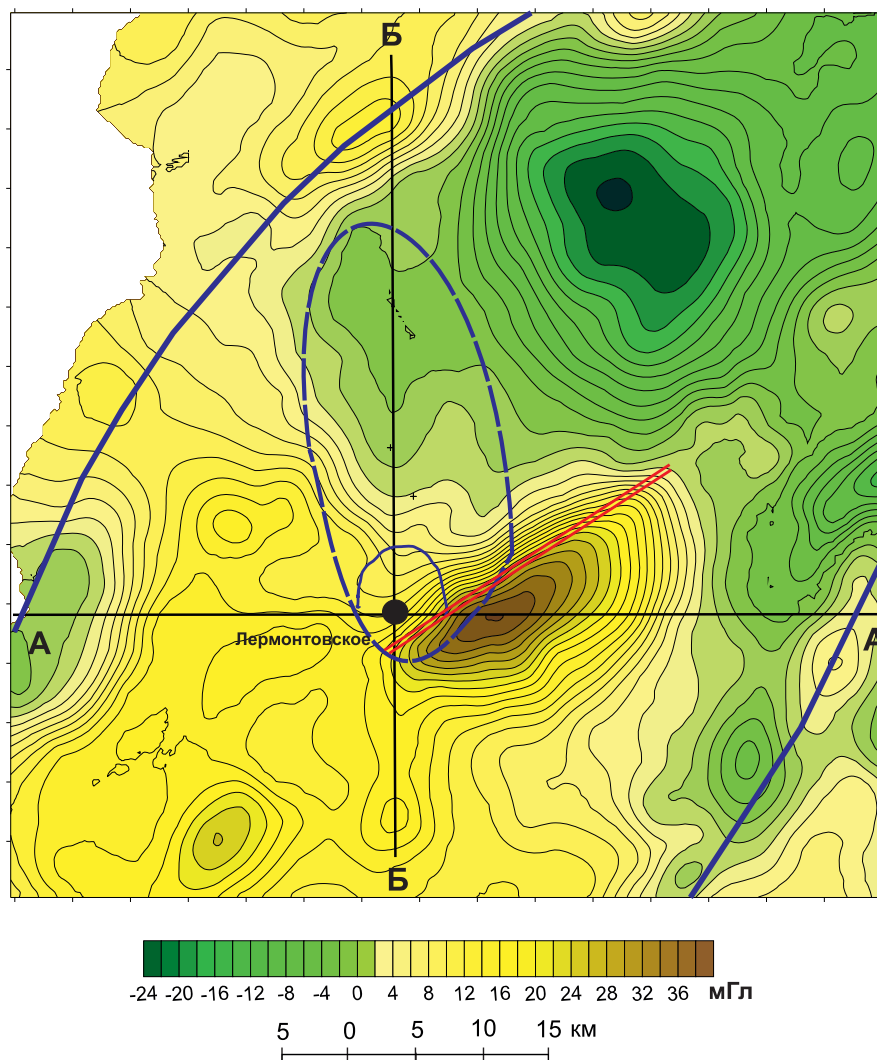


Рис. 3. Карта гравитационного поля Нижне-Бикинского рудного района в редукции Буге западной части Нижне-Бикинского рудного района

Из нерудных минералов в залежах преобладают пироксен (диопсид-геденбергит), кварц, слюды и амфибол (актинолит-тремолит). Реже встречаются гранаты (гроссуляр-андрадит), плагиоклазы, волластонит, везувиан, эпидот. Зональность сульфидного оруденения наблюдалась только в протяженной пластовой Центральной залежи Лермонтовского месторождения. В мелких тела она незаметна. Для рудоотложения благоприятна обстановка, когда скарны перекрыты или экранированы слоями кремнистых пород.

На карте гравитационного поля на западе Нижне-Бикинского вольфраморудного района в контуре узла отчетливо проявляется постепенное увеличение поля силы тяжести с севера на юг, где оно резко ограничивается крупным градиентом, фиксирующим Улиткинский тектонический шов (рис. 3). За ним расположено поле высокоплотных образований крупного блока массивных базальтоидных пород. Положение Шивкинской интрузии отмечается меридиональной зоной пониженного гравитационного поля, в южном замыкании которого перед градиентом тектонического шва локализовано Лермонтовское месторождение.

Более детально конфигурация и внутреннее строение в Шивкинской интрузии проявляется в плотностных горизонтальных и вертикальных срезах (рис. 4), моделируемых в геофизических полях программой КОСКАД 3Д [9]. На западе верхняя кромка интрузии, судя по зоне ее разуплотнения, вначале погружается в западном направлении, затем меняет направление на обратное, скорее всего, по крутопадающему нарушению, ограничивающему тело интрузии. На востоке она имеет более сложную конфигурацию, отделяющую ее от зоны разуплотнения Синегорской вулканоплутонической структуры (I) изометричным полем среднеплотных пород (рис. 4А). Сама интрузия, перекрытая в широтном

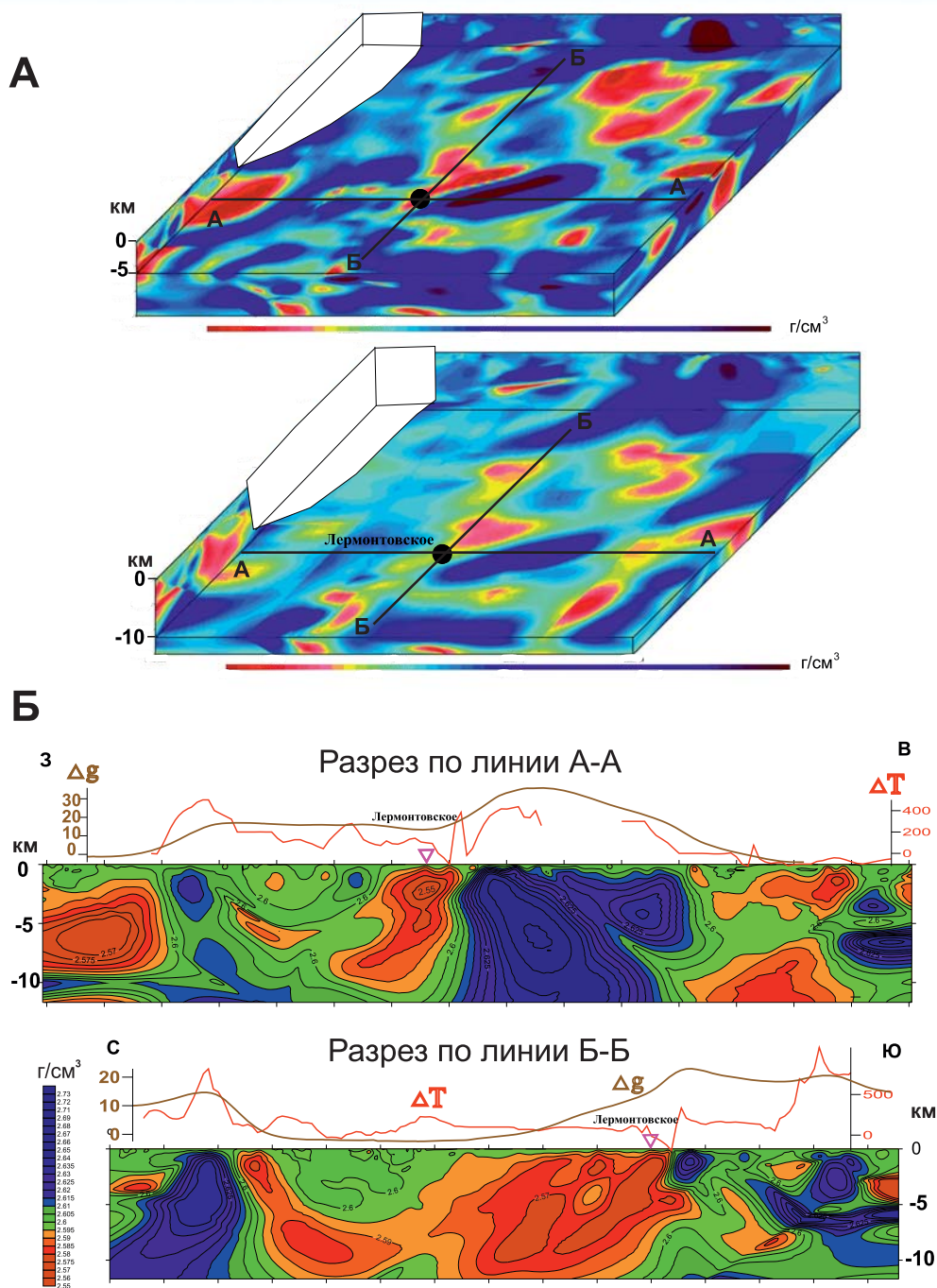


Рис. 4. Плотностные срезы и разрезы, построенные по программе моделирования КОСКАД 3Д [9]: А — срезы на глубине 5 и 10 км, Б — разрезы по линиям А-А и Б-Б

профиле разреза А-А олистостромовыми образованиями, имеет крутые контакты, падающие в сторону ее тела (рис. 4Б). В меридиональном профиле разреза Б-Б наибольший объем разуплотненных пород фиксируется под телом интрузии, выходящей на поверхность. Минимальное разуплотнение ($\leq 2,57 \text{ г/см}^3$) приурочено к центральной части ее корытообразного изгиба на глубине 5–10 км. От него к югу воздымается канал с такой же плотностью. Над его разрастающимся периферическим очагом, перекрытым с поверхности олистостромовыми образованиями, сформировалась локальная морфоструктура Лермонтовского

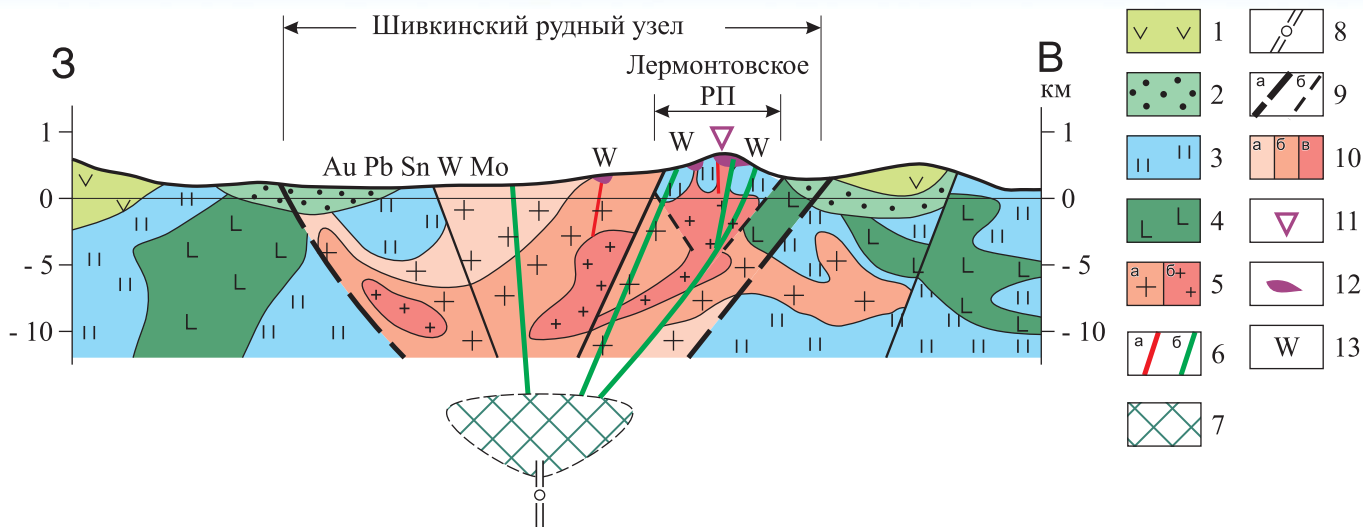


Рис. 5. Геолого-геофизическая модель Шивкинского рудного узла и Лермонтовского вольфраморудного поля: 1 — вулканические андезит-дацит-риолитовые породы; 2 — терригенные отложения; 3 — олистостромовые вулканогенно-осадочные образования; 4 — крупные олистолиты базальтовых и габбро-пироксеновых пород (по гравиметрическим данным); 5 — гранитоидные породы: а — среднего-кислого состава, б — ультракислого состава; 6 — дайки: а — гранит-порфиров и аплитов, б — лампрофиров; 7 — нижняя камера гранитоидного очага, сложенная лампрофировыми породами; 8 — глубинная зона проницаемости; 9 — границы рудно-магматических структур: а — рудного узла, б — рудного поля; 10 — зоны гранитоидных пород с разной эффективной плотностью $г/см^3$: а — более 2.62, б — 2.62–2.57, в — менее 2.57; 11 — место положения Лермонтовского месторождения; 12 — рудные скарновые залежи; 13 — места сосредоточения рудопроявлений (состав помечен индексом)

рудного поля. К северу от центральной зоны разуплотнения Шивкинской интрузии также отчленяется крупная полоса повышенной плотности ($\geq 2,57 г/см^3$). Ее воздымающаяся зона, хотя и занимает достаточный объем, не проявилась на поверхности поднятием рельефа, выходами гранитоидов. Она закрыта палеоген-неогеновыми отложениями. Строение этой зоны и ее природа требуют уточнения.

За контуром разуплотненных образований рудно-магматической системы Шивкинского узла на юге и на севере фиксируются высокоплотные аномалии, которые по аналогии с крупной аномалией, расположенной к юго-востоку от Улиткинского шва, можно трактовать как блоки основных пород, скрытых под более поздними отложениями.

Приведенный материал позволяет охарактеризовать главные элементы геолого-геофизических моделей Шивкинского узла и Лермонтовского поля (рис. 5), выступающие в качестве прогнозных. Рудно-магматическая система узла в объеме представляет вытянутую в меридиональном направлении конусную структуру, на поверхности занимающую рамки купольного поднятия, размером около $400 км^2$. Большая ее часть сложена гранитоидами хунгарийского комплекса гранодиорит-гранитной формации. Они развиты по олистостромовым вулканогенно-осадочным породам, преимущественно островодужно-океанического происхождения. Тектонически скупенные образования олистостромы имеют большую мощность (около 10 км) и отличаются повышенными содержаниями вольфрама, в два и более раз превышающие кларковые. За контурами системы отмечаются крупные блоки базальтоидов, играющие

роль упора, ограничивая распространения гранитоидных масс.

Гранитоидные образования системы развивались в олистостромовых образованиях, перекрытых терригенными отложениями автохтонного комплекса. В процессе разуплотнения и увеличения объема основные массы гранитоидов были выведены на поверхность, обнажив тело Шивкинского массива. На юге в пределах Лермонтовского поля периферический очаг гранитоидного массива застыл внутри олистостромовой толщи. При его функционировании создались условия для полного разуплотнения и законченной дифференциации гранитоидного расплава и формирования внутри него наиболее рудонасыщенной остаточной камеры.

Гранитоиды формировались в процессе гомодромной эволюции, меняя свой состав от диоритов до аляскитов. Во вскрытой эрозией Шивкинской интрузии преобладают биотитовые гранодиориты, в краевых частях — монцодиориты. В штоке Лермонтовского поля доминируют двуслюдяные граниты, встречаются плагиограниты, характеризующиеся пониженными содержаниями калия и вольфрама. В поле широко развиты дайки второго этапа — аплитов и лампрофиров, являющиеся конечным продуктом дифференциации гранитоидов в коровом очаге. Первые — это отщепления от кислых гранитов, сконцентрированные в верхней части очага, вторые — отщепления от специфической основной магмы, скопившейся при дифференциации гранитоидного расплава на его дне (Заварицкий, 1956). Их временная и пространственная связь с рудными телами свидетельствует о том, что после законченной кристаллизации магмы в коровом очаге, магмы этих даек в остаточных камерах еще сохраняли

подвижность и при тектонических подвижках вскрывали застывшую гранитную корку остаточных камер, способствуя дренажу вольфрамоносных растворов в область рудоотложения. При таком развитии событий создались благоприятные условия для локализации руд в контактовых зонах грейзенизированных гранитов и пропицитизированных в амфиболовой и эпидотхлоритовой фациях известковых скарнов [11].

Примечательной характеристикой гранитоидных пород являются особенности поведения вольфрама в процессе их гомодромной эволюции. Вначале происходит непрерывное его увеличение от 3 г/т в диорите до 10 г/т в гранодиоритах. Уже в гранитах отмечаются колебания в его содержаниях, а в плагиограните и аляскитах они уменьшаются до 6 г/т. Исследования М.Г. Руб подтвердили, что в результате преобразования кварц-силикатного каркаса в поздних гранитах может происходить «отжатие» из них калия, связывающего вольфрам в его главных носителях — в полевых шпатах и биотитах, и снижение содержания акцессорных шеелита, апатита, циркона — в основных концентраторах вольфрама в породах, т.е. он вместе с какой-то частью щелочей и других элементов в конце гомодромной эволюции мог переходить в пневмо-флюидные растворы, формирующие Лермонтовское месторождение [8].

В свете изложенного, генетическая сторона формирования оруденения в Шивкинском узле и Лермонтовском поле представляется в следующем виде.

В Шивкинском узле оруденение формировалось в крупной конусообразной рудно-магматической структуре, в которой развивался коровый гранитоидный очаг. Субстратом для гранитизации служили мощные олистостромовые толщи, сложенные преимущественно островодужно-океаническими образованиями, отличающиеся повышенными содержаниями вольфрама. Процессы гравитационной и кристаллической дифференциации гранитизируемых масс в коровом очаге обусловили сосредоточение легких кремнекислотных соединений и щелочных алюмосиликатов в верхней части очага, соответственно тяжелых кальциевых и магнезиально-железистых силикатов в нижней части очага. В ходе гомодромной эволюции гранитоиды верхней части очага все более обогащались кремнистыми, щелочными и рудными элементами, которые в конце эволюции, превысив пороги насыщения, сбрасывались и концентрировались в растворах в остаточных камерах. Разуплотнение гранитоидов в процессе их становления обусловило разрастания массивов и формирование купольных структур. Чем крупнее масса гранитоидов, тем больше они воздымались, гранитизируя покров вмещающих пород. Последующая эрозия возникшей крупной купольной морфоструктуры, которая непрерывно поддерживается изостатическим всплыванием разуплотненных пород, разрушает утонченный чехол и верхние горизонты гранитоидного массива. В результате внутри выведенного на поверхность Шивкинского массива сохранились лишь пегматоидные проявления с убогими содер-

жениями вольфрама и мелкие его гидротермальные концентрации в приконтактных зонах.

Иная геологическая обстановка наблюдается на Лермонтовском рудном поле. Здесь оруденение формируется в относительно небольшом периферическом очаге, который развивался в закрытых условиях внутри олистостромовой толщи. Это обусловило полную и законченную дифференциацию магмы и сохранение остаточной камеры, насыщенной ультракислыми магмо- и пневмо-флюидными растворами, внутри застывших гранитов. Извлекаемый из субстрата вольфрам в магматическом процессе связывался щелочами и в первую очередь калием (Г.Б. Левашов, 1978). В процессе гомодромной эволюции магм калий и вольфрам увеличивают свои содержания. Вольфрам, достигнув максимального насыщения в гранодиоритах, гранитах и еще более в аляскитах, уменьшает свои содержания. Уменьшение сопровождается высвобождением из магматического расплава какой-то массы щелочей, кремнезема и других сопровождающих оруденение компонентов. На это указывает обогащение ими пневмо-флюидных растворов остаточных камер, из которых при последующих подвижках по разломам транспортировались в приконтактную среду рудоотложения. Здесь осуществлялось интенсивное окварцевание, калишпатизация, грейзенизация, пропицитизация и другие метасоматические изменения [11], предопределявшие локализацию шеелит-кварцевого и шеелит-сульфидного оруденения соответственно в гранитах и скарнированных осадочно-вулканогенных отложениях. По этим же разломам из верхней и нижней остаточных камер проникали комплектарные между собой дайки аплитов и лампрофиров, свидетельствуя о полной и законченной дифференциации магматитов в коровом очаге. Эти дайки, близкие по возрасту с оруденением, взламывали гранитные оболочки верхних остаточных камер, способствуя его проникновению в верхние области рудоотложения. Здесь же уместно отметить, что присутствие в составе даек лампрофиров биотита и амфиболов, содержащих в своих решетках гидроксил, свидетельствует о непричастности их к мантийным образованиям и опровергает еще существующие представления о прямой связи оруденения с мантией. Коровый его генезис подкрепляется всем изложенным материалом.

Заканчивая описание геологических особенностей Шивкинского узла, следует отметить преобладающее распространение в нем проявлений вольфрама относительно проявлений других металлов. В частности, золото встречается только в шлихах и точках минерализации на севере узла. Такое присутствие находится в резком противостоянии с широким распространением золота в шлиховых ореолах и рудопоявлениях в Ориентировочном золоторудном узле (рис. 2). Вольфрам и золото в ряду геохимической зональности находятся в противоположных звеньях. Поэтому отмеченный контраст может свидетельствовать только о малой надежности поисков скрытых месторождений вольфрама в рудных узлах, насыщенных проявлениями

золота, и о потенциальной перспективности тех, где доминируют проявления вольфрама. Совместное нахождение рудопоявлений вольфрама и золота по наблюдениям в рудных полях на востоке Улиткинской тектонической зоны свидетельствует о слабой дифференциации оруденения в остаточных камерах и быстром рудоотложении. В таких условиях значительных природных скоплений на глубине, скорее всего, трудно ожидать.

Описание моделей рудных узлов и полей Центральной минерагенической зоны Сихотэ-Алиня, в которых расположены месторождения полиметалльно-вольфрамовой формации Восток 2 и Скрытое, будут приведены в следующей публикации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 кн. / Под ред. А.И. Ханчука. — Владивосток: Дальнаука, 2006. — Кн. 1, 2. — 1–981 с.
2. Говоров, Н.И. Геохимия рудных районов Приморья / Н.И. Говоров. — М.: Наука, 1977. — 251 с.
3. Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1 000 000 (третье поколение). Лист L — (52), 53; (K-52,53) — оз. Ханка. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2011.
4. Вольфрамовые месторождения, критерии их поисков и оценки / Под ред. Ф.Р. Апельцина. — М.: Недра, 1980. — 255 с.
5. Иванов, Ю.Г. Геохимические и минералогические критерии поисков вольфрамового оруденения / Ю.Г. Иванов. — М.: Недра, 1974. — 216 с.
6. Митрофанов, Н.П. О методологии прогноза, поисков и оценки плутогенных месторождений / Н.П. Митрофанов // Отечественная геология. — 2017. — № 2. — С. 31–41.
7. Митрофанов, Н.П. Геодинамические проблемы металлогении вольфрама, молибдена, олова / Н.П. Митрофанов // Отечественная геология. — 2018. — № 6. — С. 3–13.
8. Оловоносные и вольфрамоносные гранитоиды некоторых регионов СССР / М.Г. Руб, В.А. Павлов, Н.Г. Гладков, О.И. Яшухин. — М.: Наука, 1982. — 261 с.
9. Петров, А.В. Компьютерная технология статистического и спектрально-корреляционного анализа данных КОСКАД 3D / А.В. Петров, С.В. Зиновкин, Д.Ю. Осипенко и др. // Геоинформатика. — 2011. — № 4. — С. 7–13.
10. Покалов, В.Т. Рудно-магматические системы гидротермальных месторождений / В.Т. Покалов. — М.: Недра, 1992. — 289 с.
11. Соловьев, С.Г. Металлогения фанерозойских скарных месторождений вольфрама / С.Г. Соловьев. — М.: Научный мир, 2008. — 368 с.
12. Терентьев, В.М. Региональная металлогения и ее роль в воспроизводстве минерально-сырьевой базы России / В.М. Терентьев, А.Ф. Карпузов, К.А. Марков и др. // Региональная геология и металлогения. — 2000. — № 11. — С. 68–78.

© Коллектив авторов, 2019

Митрофанов Николай Павлович // vims-mitrofanov@mail.ru
Бурова Татьяна Александровна // burova@vims-geo.ru
Выдрич Денис Евгеньевич // devrich@mail.ru
Макаров Александр Иванович // vims@vims-geo.ru

УДК 553.411.071

Владимирцева О.В. (МГРИ-РГГРУ)

О ВЕРОЯТНОМ ИСТОЧНИКЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА РУЧ. КУРАНАХ И СНЕЖНЫЙ (ВЕРХОЯНСКИЙ РАЙОН, ЯКУТИЯ)

Источниками современных россыпей могут являться как рудные скопления золота, так и промежуточные коллекторы. Определение источника россыпи золота имеет

*важное практическое и научное значение для прогнозирования золотоносных объектов. Возможность локализации вероятного источника золота россыпей открывається в том числе при анализе морфологии и гранулометрии золота. В данной статье приведены результаты анализа золота из аллювиальных отложений и техногенных образований, расположенных в долинах руч. Снежный и Куранах (Республика Саха). **Ключевые слова:** золото, россыпные месторождения, гранулометрический анализ, источник россыпей.*

Vladimirtseva O.V. (MGRI-RGGRU)

ABOUT A PROBABLE SOURCE OF ALLUVIAL SCATTERINGS OF GOLD STREAM KURANAKH AND SNOW (VERKHOYANSK DISTRICT, YAKUTIA)

*Sources of modern placers can be both indigenous ore accumulations of gold and intermediate reservoirs. Determination of the source of gold placers is of great practical and scientific importance for the prediction of gold-bearing objects. The possibility of localization of a probable source of gold placers opens including the analysis of the morphology and granulometry of gold. This article presents the results of the analysis of gold from alluvial deposits, as well as man-made formations located in the valleys of the streams Snezhnyj and Kurana (Republic of Sakha). **Keywords:** gold, placer deposits, granulometric analysis, source of placers.*

Фактический материал для исследования представлен сведениями об исходных россыпях руч. Куранах — объемы разведки и добычи [2], распределение золота по классам крупности, пробность металла, а также данными шлихового опробования техногенных отложений руч. Снежный и нижнего течения руч. Куранах, проведенного в 2018 г. в объеме 25 проб руч. Снежный и 40 проб из отложений руч. Куранах. Шаг опробования составил 50 м. Промывка проб проводилась ручным способом на шлиховальных лотках. Каждая шлиховая проба была проситована. Для проведения ситового анализа шлихов использовались лабораторные сита с диаметром ячеек: 5 мм; 2,5 мм; 1,25 мм; 0,75 мм. Установлены характеристики золота: распределение металла по классам крупности, размеры, типизированные формы золотин, определена степень окатанности, рассчитаны соотношения длины, ширины и толщины золотин. Всего было проанализировано 107 золотин. По результатам исследования сделаны выводы о вероятном источнике золота в россыпях руч. Снежный и руч. Куранах.

Район работ располагается в среднем течении р. Адыча, относится к Адыча-Тарынской сурьмяно-золоторудной минерагенической зоне [2], включающей в себя 5 золоторудно-россыпных узлов, золото-сурьмянорудный узел, вольфрамо-золоторудно-россыпной узел, сурьмянорудный узел.

В долине р. Адыча выделяются террасы 6 уровней [2]: наиболее древняя терраса I эрозионного уровня с высотой над поверхностью воды в р. Адыча 360–370 м, терраса II эрозионного уровня с высотой над урезом