

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ,
МЕТОДИКА ИХ ПОИСКА И РАЗВЕДКИ

УДК 553.41 (571.65)

Б.Ф. ПАЛЫМСКИЙ, В.Н. ЕГОРОВ, А.В. ВОЛКОВ

МЕТАЛЛОГЕНИЯ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ

Дана краткая характеристика строения основных геологических структур и связанных с ними полезных ископаемых на территории Магаданской области. Выделены минерагенические эпохи. Рассмотрены потенциально-перспективные в промышленном отношении типы оруденения.

Территория Магаданской области как часть Тихоокеанского планетарного металлогенического пояса¹ выделяется уникальностью геологического строения и минерагении. В ее пределах распространены горные породы широкого возрастного диапазона — от древнейших раннеархейских (3,8 млрд. лет) до современных отложений, сформированных в разнообразных палеогеодинамических обстановках [1—4].

Более 60 лет основой промышленного потенциала Магаданской области служат золото и серебро. В последние годы наметился явный перевес рудного золота над россыпным в общем балансе добычи. В годы Дальстроя (1940—1959 гг.) в небольших объемах добывались олово, кобальт, уран, уголь. Кроме того, на территории области выявлены многочисленные месторождения черных, цветных и редких металлов. Установлены признаки нефтегазоносности отдельных районов материковой части и шельфа Охотского моря. В последние годы обнаружены перспективные в промышленном отношении проявления редких земель. Эти проявления различных полезных ископаемых имеют потенциальное значение для будущего промышленного развития области.

В геологическом отношении рассматриваемая территория состоит из террейнов: колымских пассивных континентальных окраин, Охотского и Омолонского кратонных, а также островодужного Кони-Мургальского. Каждый из перечисленных террейнов имеет определенную металлогеническую специализацию: пассивных континентальных окраин — золото, серебро, олово, вольфрам, свинец, цинк, сурьма, ртуть, марганец, уран, редкие и рассеянные элементы; кратонные — железо, медь, молибден, золото, серебро и др.; островодужные — медь, молибден, свинец, цинк, серебро, золото, платиноиды. В период мезозойской аккреции террейнов, сопровождавшейся мощным гранитоидным магматизмом, их металлогеническая

специализация претерпела определенные изменения, связанные с физико-химическими особенностями концентрации перечисленных элементов. Кроме того, на террейны, сложенные докембрийскими, палеозойскими и мезозойскими осадочными, терригенно- и вулканогенно-осадочными, нередко многокилометровыми, толщами, наложившись континентальные вулканогенно-плутогенные пояса и более молодые зоны тектоно-магматической активизации. Мощные гидротермальные процессы, сопровождавшие эту активизацию, благодаря однотипным физико-химическим условиям рудоотложения, создавали подобные или даже конвергентные месторождения полезных ископаемых. Например, в эпитептермальных (вулканогенных) условиях весьма широкое распространение имели золотосеребряносные адуляр-кварцевые жилы. Однако значительные золотосеребряные месторождения развились только унаследовано в связи с доаккреционной металлогенией и, возможно, даже на основе самых древних докембрийских металлогенических зон. Напротив, большое количество адуляр-кварцевых жил, образовавшихся вне зон более древней минерализации, безрудные.

Разнообразие террейнов, а также многократная позднепалеозойская, позднемезозойская и кайнозойская их активизации определили металлогеническую уникальность территории Магаданской области.

Минерагенические эпохи

В геологической истории рассматриваемой территории выделяют несколько крупных минерагенических эпох, отвечающих тектоно-магматическим этапам развития земной коры.

Дорифейская эпоха характеризуется развитием рудной формации железистых кварцитов метаморфогенно-мета-

соматического генезиса, связанных с раннепротерозойской гранитизацией.

Рифейско-раннепалеозойская эпоха отличается формированием карбонатно-терригенных отложений на приконтинентальном шельфе окраины Сибирского континента. В рифее и кембрии спокойный тектонический режим нарушался рифтогенезом и излияниями базальтов. Для этой эпохи типично стратиформное оруденение формаций медистых песчаников и сланцев, медистых базальтов (рифей), осадочных и гидротермально-осадочных свинцово-цинковых руд в карбонатных толщах (рифей, венд, кембрий), гематитовых песчаников (рифей и венд), прибрежно-морских титан-циркониевых россыпей (венд). В конце эпохи (ордовик) в результате зеленосланцевого метаморфизма, сопровождавшего коллизионные процессы, формируются шеелит-сульфидные стратиформные руды и гидротермальные золото-кварцевые проявления.

Среднепалеозойской эпохе свойственны рифтогенез и последующая тектоно-магматическая активизация, в результате которой на Омолонском террейне образовался краевой вулканический пояс, а в окраинных морях продолжал наращиваться терригенно-карбонатный разрез, изредка прерываемый излияниями лав контрастной рiolит-трахибазальтовой серии. Для металлогении этого этапа типично эпитептермальное вулканогенное золотосеребряное, плутоногенные медно-молибден-порфиоровое и золотоносных джаспероидов типы оруденения. В Прикольмо-Омулевском террейне накапливались стратиформные железные и свинцово-цинковые руды; распространение здесь битуминозных известняков свидетельствует о возможном наличии углеводородного сырья.

Позднепалеозойско-раннемезозойская эпоха — время максимального раскрытия Верхоянского рифта и формирования терригенного верхоянского комплекса. Это малопродуктивная в металлогеническом отношении эпоха для Магаданской области. Только в перми на территории Омолонского террейна образовывались осадочные гематитовые руды, а в Прикольмо-Омулевском — марганцевосланцы.

Раннемезозойская эпоха отвечает орогенному тектоническому этапу с одной стороны и становлению внутриконтинентального Уяндино-Ясачненского вулканического пояса — с другой. Формируется Колымский батолитовый пояс, а в ассоциации с ним золото-кварцевое и золото-редкометалльное оруденение — основной металлогенический потенциал Магаданской области. С позднеюрскими и раннемеловыми интрузивными образованиями, кроме того, ассоциирует оловянный, вольфрамовый, медно-молибденовый, а с вулканизмом — золотосеребряный, себросурьмяный, ртутный и урановый типы оруденения.

Познемезозойской эпохе присущи формирование окраинно-континентального Охотско-Чукотского вулканического пояса (ОЧВП) и континентальный рифтогенез с образованием наложенных на мезозойские впадин, выполненных угленосной молассой и вулканогенными образованиями. С магматизмом ОЧВП ассоциирует золотосеребряное, редкометалльное и редкоземельное, а с гранитоидными интрузиями — золото-редкометалльное, оловянное, медно-молибденовое, свинцово-цинковое, вольфрамовое, урановое, кобальтовое и ртутное типы оруденения.

В наложенных впадинах образуются пласты каменного и бурого угля.

Кайнозойская эпоха — время возникновения современного рельефа — характеризуется разрушением рудных объектов и образованием многочисленных россыпей золота и олова. В кайнозойских впадинах накапливались пласты бурого угля. В пределах Охотского шельфа сформировались нефтегазоносные бассейны.

Металлогенические особенности

На территории области расположены Яно-Колымский, Прикольмо-Черско-Полуусненский, Охотско-Чукотский металлогенические пояса и Омолонская металлогеническая провинция, в пределах которых выделяются металлогенические зоны и рудные районы, а также фрагменты Охотской, Алазейско-Олойской металлогенических провинций и Тайганоско-Западно-Корякского металлогенического пояса (рисунок). Основные металлогенические подразделения совпадают пространственно с крупными структурными блоками земной коры.

Омолонская металлогеническая провинция выделяется в границах одноименного террейна и характеризуется полихронным оруденением и широким спектром полезных ископаемых (рисунок). Промышленно значимы в настоящее время золото и серебро, добыча которых ведется из коренных и россыпных месторождений.

Золото и серебро. Формирование месторождений и проявлений золота и серебра в Омолонской провинции проходило в несколько этапов. Докембрийский возраст золотого оруденения предполагается на рудном поле Джугаджак. В раннем палеозое в связи с гранитоидным магматизмом установлены гидротермальные кварцево-жильные проявления золота с сопутствующими серебром, молибденом и медью (Нодди, Гриша, в Южно-Омолонском районе). В наиболее продуктивную среднепалеозойскую эпоху в связи с интенсивными вулканическими и плутогоническими процессами формируются месторождения и проявления эпитептермального золотосеребряного типа: Кубака, Биркачан, Юный в Южно-Омолонском и Ольча, Зет в Рассошинском рудных районах. В последнем прогнозируется выявление золотоносных джаспероидов (карлинского типа). В позднепалеозойскую эпоху в результате тектоно-магматической активизации явилось образование золотосеребряных и сереброполиметаллических руд в ассоциации с вулканоплутогоническими комплексами в пределах внешней зоны ОЧВП (Ороч, Ирбычан, Джелты, Дальнее, Сопка Кварцевая, Кегали, Невренкан и др.) и Конгинской зоны (Бодрый, Жаркий, Седой и др.).

Потенциально перспективны месторождения черных и цветных металлов Омолонской провинции.

Железо. В архейско-раннепротерозойский этап в Южно-Омолонском районе возникли метаморфогенно-метасоматические месторождения и проявления железистых кварцитов (Верхнеомолонское, Батик, Магнетитовое и др.). В позднепалеозойское время в ассоциации с гранитоидными интрузиями по карбонатным породам рифея и ордовика образуются магнетитовые скарны (Скарновое и др.). Перечисленные месторождения железа содержат в качестве попутной примеси золото (в среднем около 1 г/т).

Медь и молибден встречаются в комплексных порфировых рудах. Потенциально-промышленно значимое оруденение золото- и себросодержащей медно-молибденпо-

¹ Все металлогенические термины в статье приведены в соответствии с [5].

рфировой формации формировалось в связи со среднепалеозойскими и позднемеловыми гранитоидными массивами в Южно-Омолонском (Табор, Щель и др.), Токур-Юряхском (Ягодное) районах. Медно-молибденовая и золотоскарновая минерализация установлены в ассоциации с раннемеловыми гранитоидами (Медь-гора).

Среди других полезных ископаемых в Омолонском террейне выявлены свинец, цинк (Жаркий, Спейс, Седой, Мрачное и др.), уран (Брус, Астрономическое), кроме того, известны проявления алюминия, фосфора, каменного угля.

Прикольмо-Черско-Полоусненский металлогенический пояс представлен на территории Магаданской области Прикольмской и Омувеской металлогеническими зонами. Обе зоны характеризуются развитием полихронного стратиформного медного, свинцово-цинкового, железного и марганцевого оруденений, сформированных в обстановках карбонатного шельфа пассивной континентальной окраины. Потенциально-промышленное значение имеют комплексные сереброполиметаллические, медные и оловянные месторождения.

Медь распространена в разновозрастных стратиформных образованиях. В Прикольмые установлена формация медистых песчаников и сланцев рифейского возраста (Ороек, Зеленый пласт, Лучистое). В пределах Омувеской зоны выделена среднедевонская формация медистых базальтов, где медная минерализация представлена гнездово-вкрапленным типом. В позднеюрско-неокомовое время в связи с гранитоидным магматизмом в перивулканической зоне внутриконтинентального Уяндино-Ясачненского вулканического пояса возникло оруденение медно-молибден-порфировой формации (Невидимка, Вернегайское), с ним тесно ассоциирует и жильный тип (Опыт).

Свинец и цинк. Как в Омувеской, так и в Прикольмской зонах резко преобладают стратиформные месторождения в карбонатных толщах. Флюорит-свинцово-цинковые стратиформные руды урультунского рудного комплекса, по данным В.И. Шпикермана [6], установлены на шести стратиграфических уровнях: от среднего ордовика до нижнего девона включительно. Барит-свинцово-цинковые стратиформные месторождения Прикольмской зоны также концентрируются на нескольких стратиграфических уровнях от среднего-верхнего рифея до среднего девона. Максимальное количество объектов локализовано в живетских карбонатных породах. Руды представлены линзовидными пластовыми прожилково-вкрапленными сульфидными телами, приуроченными к пачкам доломитов или окварцованных известняков. Полиметаллическая скарновая формации проявлена в карбонатных породах перми (Чернинское) или юры (Кунаревское) на контактах с позднеюрскими гранитоидами. Руды характеризуются резким преобладанием цинка над свинцом и высокой сереброносностью.

Олово. Оловорудная минерализация связана с этапом становления Уяндино-Ясачненского пояса и тесно ассоциирует с позднеюрскими и меловыми гранитоидными массивами. В южной части Омувеской зоны (тыловая часть вулканического пояса) выделяются месторождения оловоносных скарнов и грейзенов (Большой Каньон) и касситерит-силикатной формации (имени Лазо, имени III Пятилетки, имени Чапаева, Рекордист). Рудная минерализация первого типа приурочена к грейзенизированным

скарнам на контакте гранитного массива, вторая — к турмалин-касситерит-кварцевым жилам в турмалинизованных осадочных породах юры или грейзенизированных гранитах.

Среди других полезных ископаемых особый интерес представляют гидротермальное золотое (Глухаринский рудный узел) и золотосеребряное (Уяндино-Ясачненский пояс), серебросурьмяное (Урультунское, Летяга), кобальтовое (Верхне-Сеймчанское, Ветровое, Волочек, Ветвистое), ртутное (Верхне-Тасканское) проявления и месторождения. Выявлена также вольфрамовая и урановая минерализация.

Признаки нефте- и газоносности установлены в среднепалеозойских известняках Омувеской металлогенической зоны в виде черных жирных налетов и пленок нефти по трещинам. Пласты каменного угля выявлены на юге Омувеской зоны в верхнеюрско-неокомовых терригенных отложениях (Малиновское).

Яно-Колымскому металлогеническому поясу свойственны существенно позднеюрско-раннемеловое золотое, вольфрамовое и редкометалльное оруденения и широкое развитие россыпного золота плейстоцен-голоценового возраста. Распространенное в пределах пояса преимущественно позднемеловое оловянное, золотосеребряное, молибденовое, полиметаллическое оруденения, сконцентрированные в поперечных металлогенических зонах, тесно связанных с ОЧВП.

Золото. Здесь сосредоточен основной золоторудный потенциал Магаданской области, установлены богатейшие россыпные и наиболее крупные рудные месторождения золота. Значительная часть россыпей к настоящему времени отработана. Золотая минерализация часто ассоциирует с гранитоидными интрузиями и дайками позднеюрского и раннемелового возрастов. Золотоносность пояса резко снижается в восточном и юго-восточном направлениях, синхронно с интенсивностью магматизма в эти периоды.

Главным промышленно значимым типом оруденения является золотокварцевый в терригенных толщах. Рудные поля обычно содержат несколько морфологических типов оруденения: кварцевые жилы и прожилково-жильные зоны (месторождения Светлое, Игуменовское, Ветренское, Каменистое, Юглер, Левотохтинское и др.), минерализованные дайки (месторождения Утинское, Среднеканское, Штурмовское, Арик, Евгар и др.), минерализованные зоны дробления (месторождения Нагалкинское, Павлик, Омчакское, Родионовское, Дегдекан, Токичанское, Верхне-Хакчанское и др.). Руды обычно убогосульфидные и относятся к арсенопиритовому типу. Золото характеризуется высокими пробностью и крупностью, нередко самородки, содержания его в рудных телах колеблются от нескольких грамм на тонну до нескольких килограмм ими. Первому морфологическому типу присущи мелкие месторождения с запасами в несколько сотен килограмм или несколько тонн, но с высокими содержаниями золота в руде — обычно десятки, реже несколько сотен грамм на тонну. Второй и третий типы формируют крупные или средние месторождения золота с запасами в несколько десятков и сотен тонн, но с бедными (от нескольких грамм на тонну до 10 г/т) содержаниями. Наблюдается определенная зональность в размещении типов оруденения: для Иньяли-Дебинской мегазоны более характерен дайковый

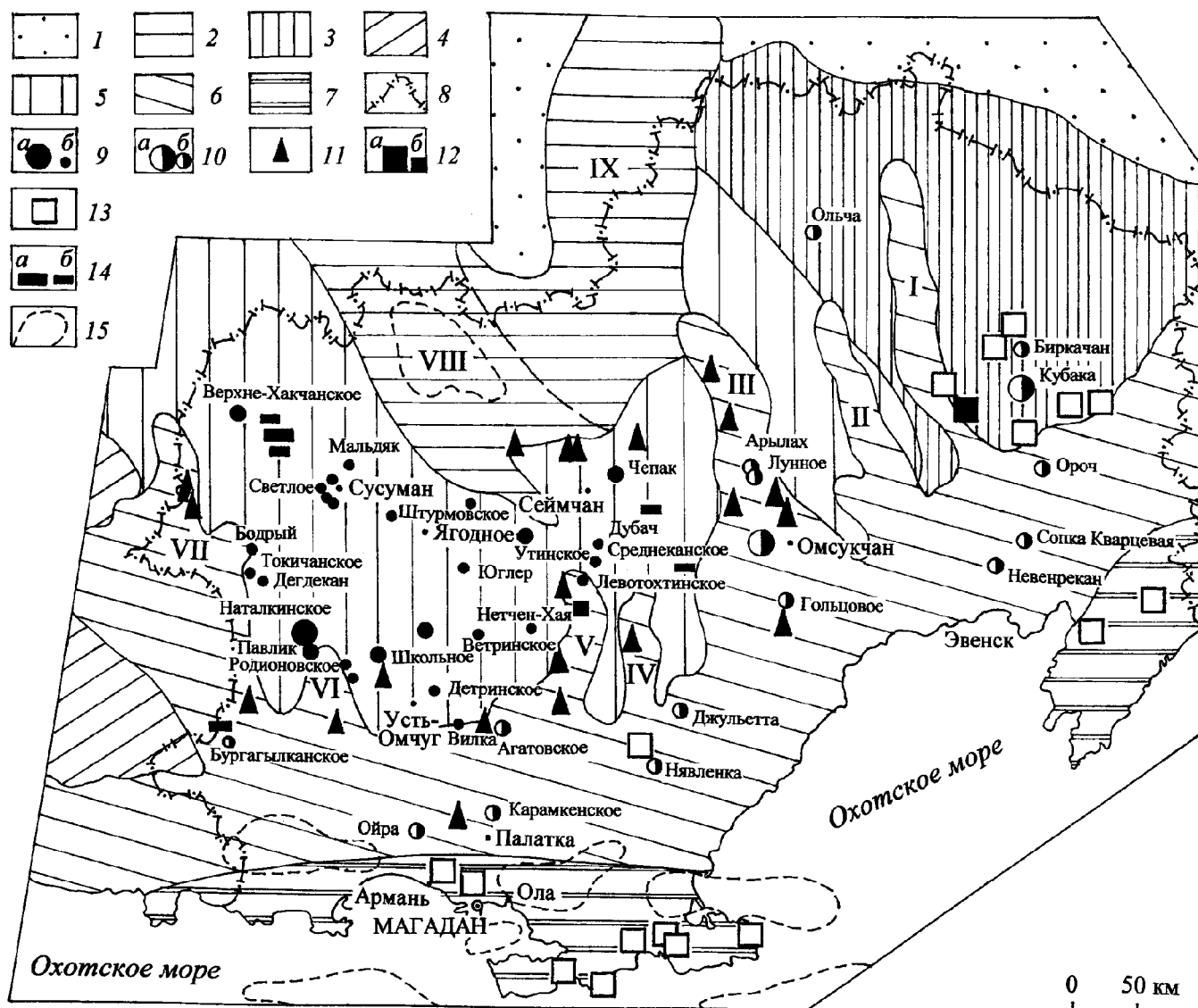


Схема металлогенического районирования Магаданской области: 1 - Алазейско-Олойская металлогеническая провинция; 2 - Приколымско-Черско-Полоусненский металлогенический пояс; 3 - Омолонская металлогеническая провинция; 4 - Охотская металлогеническая провинция; 5 - Яно-Колымский металлогенический пояс; 6 - Охотско-Чукотский металлогенический пояс; 7 - Тайгоносско-Западно-Корякский металлогенический пояс; 8 - граница Магаданской области; 9 - месторождения золотокварцевой и золоторедкометалльной формаций: *a* - крупные, *б* - средние и малые; 10 - месторождения золотосеребряной формации: *a* - крупные, *б* - средние и малые; 11 - месторождения олова; 12 - месторождения железа: *a* - крупные, *б* - малые; 13 - проявления медно-порфировой формации; 14 - месторождения каменного угля: *a* - средние, *б* - малые; 15 - площади перспективные на нефть и газ; I-IX - металлогенические зоны: I - Конгинская, II - Коркодон-Наяханская, III - Балагычано-Сугойская, IV - Танья-Нурская, V - Хурчан-Орютуканская, VI - Тенькинская, VII - Тас-Кыстабытская, VIII - Омuleвская, IX - Приколымская

или жильный тип, в Аян-Юряхской резко преобладают прожилково-жильные и минерализованные зоны.

Золоторедкометалльный тип оруденения распространен в гранитоидных интрузивах или надинтрузивных зонах и тесно связан с гранитоидным магматизмом пояса. Выделяются два морфологических типа: жилы и прожилково-жильные зоны (месторождения Школьное, Чепак, Нетчен-Хая, Бутарное) и штокверки (Дубач, Увальный, Тэу-тэджак, Чистое). Состав жильных тел преимущественно арсенопирит-кварцевый. Золото в руде тонкодисперсное, микроскопическое (<20 мкм), средней пробы, тесно ассоциирует с арсенопиритом, лёллингитом, минералами висмута и сульфосолями теллура. Выявлены единичные проявления золотоскарновой формации (Ночное, Моно-тис). Кроме золота в пределах пояса имеются месторож-

дения вольфрама (Бохапчинское, Гусино), редких металлов (Приискатель), ртути (Кузьмичанское), олова и урана (Бутугычаг). В наложенных кайнозойских впадинах (Сеймчано-Буюндинская) установлены пласты бурых углей (месторождение Эльгенское).

Охотско-Чукотский металлогенический пояс мелового возраста определяется границами ОЧВП и его перивулканической зоны. Металлогения пояса тесно связана с формированием вулканических и плутонических структур ОЧВП и типична для вулканических поясов окраинно-континентального типа. В размещении оруденения довольно отчетливо намечается латеральная и вертикальная зональности, обусловленные зональностью самого вулканического пояса. Во внутренней (приморской) зоне пояса преобладают медное и молибденовое оруденения, во

внешней (приконтинентальной) и перивулканической зонах — оловянное, золотосеребряное, золоторедкометалльное, полиметаллическое. В нижних структурных этажах пояса чаще концентрируются медное и полиметаллическое оруденения к верхним тяготеют золотосеребряное и молибденовое.

Золото и серебро. Золотая и серебряная минерализации чаще всего образуют комплексные руды эпитермальной золотосеребряной формации. По отношению золота к серебру выделяются три минеральных типа: золотой ($Au/Ag > 1:10$), золотосеребряный (Au/Ag от 1:10 до 1:100) и серебряный ($Au/Ag < 1:100$). Оруденение полихронное — ранне- и позднемелового возрастов, близповерхностное, наблюдается его четкая связь с вулканоструктурами. Характерна приуроченность оруденения к периферии отрицательных вулканоструктур.

Во внешней зоне ОЧВП в значительной степени концентрируется оруденение золотого (Карамкен, Агатовское, Джульетта, Ойра) и золотосеребряного (Нявленга, Сопка Кварцевая, Бургагылканское) типов. Для перивулканической зоны ОЧВП более типично оруденение серебряной субформации, которое в значительной степени сосредоточено в Балыгычано-Сугойской металлогенической зоне, принадлежащей одноименному рифтогенному прогибу (Дукат, Лунное, Арылах); отдельные месторождения и проявления встречаются в Хурчан-Оротуканской металлогенической зоне (Ветвистое, Печальнинское).

Серебро также образует комплексные руды с оловом или полиметаллами. Месторождения и проявления оловосеребряной формации группируются в перивулканической зоне ОЧВП — в пределах Балыгычано-Сугойского прогиба (Джагыньское, Галимое, Приветливое, Контактное, Труд) или Танья-Нурской (Буондинское, Пограничное) и Коркодон-Наяханской (Хақырчанское) зон тектоно-магматической активизации (ТМА). Отдельные проявления установлены во внешней зоне ОЧВП. Сереброполиметаллические руды также сосредоточены в перивулканической и внешней зонах ОЧВП.

Олово. В Охотско-Чукотском металлогеническом поясе олово наиболее распространенный после золота и серебра металл. Месторождения в значительной степени концентрируются в перивулканической, реже во внешней зонах ОЧВП. Оруденение связано с меловыми гранитами, часто субщелочного профиля. Большинство месторождений олова принадлежат трем основным формациям: касситерит-силикатной, касситерит-кварцевой и касситерит-сульфидной, реже скарновой. Наибольшая концентрация оловорудных объектов наблюдается в Балыгычано-Сугойской зоне (месторождения Перун, Егорлыкское, Зеленое, Верхний Бастой, Ирча, Лесное, Мало-Кэнское и др.), здесь широко проявлено и оловосеребряное оруденение. Среди мезозой в зонах ТМА с кислым гранитоидным магматизмом позднемелового возраста также часто ассоциирует оловянное оруденение: Хурчан-Оротуканская (месторождения Кинжал, Тохто, Веселое, Пасмурное, Климовское), Танья-Нурская (месторождение Осолонинское), Тас-Кыстабытская (месторождения Хурэнское, Отечественное, Охотничье, Глухариное и др.). Во внешней зоне ОЧВП выявлены месторождения Днепровское и Хета.

Медь, молибден. Медно-молибденовая минерализация концентрируется во внутренней зоне ОЧВП, где образует комплексные руды медно-молибден-порфировой формации. Выделены две субформации: существенно медная и существенно молибденовая. Наблюдается определенная закономерность в их распределении. Если медная субформация (проявления Лора, Прямой, Викинг, Уптар) типична для внутренней зоны ОЧВП, то молибденовая нередко охватывает и перивулканическую зону. Собственно молибденовое оруденение представлено молибденит-кварцевой формацией, распространенной как в пределах ОЧВП (месторождения Хакандинское, Осеннее, Танкист), так и в его перивулканической зоне (Балыгычано-Сугойская, Коркодон-Наяханская, Тас-Кыстабытская зоны ТМА). Оно тесно ассоциирует с гранитоидными массивами и представлено жильным или штокерковым типами, иногда молибденоносными грейзенами.

Помимо этого с формированием ОЧВП связано оруденение вольфрама (проявления Пестрое, Кальян, Ягельное, Волна, Окей, Левобережное), свинца и цинка (месторождения Скарновое, Восточное), кобальта (месторождения Обход, Лево-Сеймканское), представленные гидротермальным жильным или скарновыми типом и концентрирующиеся преимущественно во внешней или перивулканической зонах.

Каменноугольные пласты сформировались в меловое время в орогенных впадинах, сложенных угленосной молассой, как в пределах мезозой (Верхнее- и Нижнее Аркагалинское месторождения), так и в ОЧВП (Первомайское, Челомджинское, Хасынское). В перивулканической зоне пояса наиболее продуктивный угольный бассейн — Балыгычано-Сугойский прогиб (месторождения Галимовское, Кеновское).

Охотоморская нефтегазоносная провинция охватывает Примагаданский шельф Охотского моря и Каваямскую систему кайнозойских рифтогенных впадин (рисунок). В ее пределах установлены признаки нефте- и газоносности. Вскрытые скважинами на Охотоморском шельфе кремнистые породы олигоцен-миоценового возраста имеют удельное содержание углеводородов 1317—1580 г/т, содержание некарбонатного углерода 0,81—0,82 %. В скважинах из впадин наблюдалось выделение неизученных по составу газов. Эти и другие признаки указывают на высокую перспективность провинции на углеводородное сырье.

Заключение

Геологическая и особенно поисковая изученность Магаданской области далеко неравнозначна, и ее недра скрывают в себе еще немалые в значительной степени неисследованные ресурсы полезных ископаемых. В последнее десятилетие изучаются в основном установленные ранее золоторудные объекты, а целенаправленные геологические и поисковые работы на выявление новых, в том числе нетипичных для области месторождений полезных ископаемых, практически не ведутся.

Магаданская область обладает значительным минерагеническим потенциалом, но для его освоения требуется существенное увеличение объемов как региональных геологических и металлогенических исследований, так и поисково-разведочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов В.М., Гагиев М.Х., Дылевский Е.Ф. и др. Геологическая карта и карта полезных ископаемых Колымо-Омолонского региона масштаба 1:500 000. Объяснительная записка. Магадан: ФГУП «Магадангеология», 1998. 267 с.
2. Кузнецов В.М., Палымская З.А., Шашурин И.Т. и др. Металлогеническая карта Колымо-Омолонского региона масштаба 1:500 000. Объяснительная записка. Магадан: ФГУП «Магадангеология», 2001. 208 с.
3. Манафов Н.Г., Огородов В.А. и др. Геологическая карта и карта полезных ископаемых Охотско-Колымского региона масштаба 1:500 000. Объяснительная записка. Магадан: ФГУП «Магадангеология», 1999. 181 с.
4. Манафов Н.Г., Вознесенский С.Д., Абрамович И.И. и др. Металлогеническая карта Охотско-Колымского региона масштаба 1:500 000. Объяснительная записка. Магадан: ФГУП «Магадангеология», 2000. 149 с.
5. Российский металлогенический словарь / Под ред. А.И. Кривцова. Санкт-Петербург, 2003. 319 с.
6. Шпирман В.И. Домеловая минерагения Северо-Востока Азии. Магадан, СВКНИИ ДВО РАН, 1998. 333 с.

ФГУП «Магадангеология»
Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН
Рецензент — В.М. Цейслер