

## СТРУКТУРА И ЗОНАЛЬНОСТЬ Au-Cu ОРУДЕНЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛАЗУРНОЕ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СИХОТЭ-АЛИНЕ

**Ю.П. Юшманов**

*Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан  
ЗАО ГМК “Электрум”, г. Дальнегорск*

В статье приведены данные о геологическом строении месторождения Лазурное. Показано, что оно соответствует прогнозно-поисковой модели золото-медно-порфировой системы. Дано описание рудно-метасоматической зональности и структурного контроля штокверковых залежей. Выделена площадь, перспективная на промышленную золотомедную минерализацию.

**Ключевые слова:** рудно-метасоматическая колонна, штокверк, золото, зона скалывания, Сихотэ-Алинь.

Месторождение Лазурное расположено в 70 км восточнее железнодорожной станции Ново-Чугуевка Приморского края в верховьях рек Изюбриная и Соболиная Падь. Оно входит в группу рудных полей Соболиного золоторудного узла (рис. 1). Первые сведения о золотоносности р. Синтухе (Изюбриная) были получены в 1917 г. от проспектора-рудознатца Ф.А. Силина. В 1936 г. Сихотэ-Алинская экспедиция Дальгеолтреста под руководством Г.П. Воларовича приступила к геологическому изучению территории и разведке россыпей. К концу века богатые россыпи золота были отработаны старателями [2]. Всего добыто 6 т учтенного золота, найдено два самородка весом более одного килограмма [10]. В связи с этим назрела необходимость разведки рудного золота. Его поисками и изучением геофизических и геохимических характеристик рудоносных площадей занимались С.И. Дмитрук, В.Е. Качанов, И.А. Куршев, Ю.М. Остапчук, Н.А. Хохряков и др. В результате было выделено рудопроявление Лазурное, где в 1972 г. Н.М. Головнев провел поисково-оценочные работы на медь и молибден. Золото в запасах не учитывалось. В 1999 г. компания «Электрум» приступила к геологическому доизучению Соболиного рудного узла на золото, в котором принимал участие автор данной публикации [9].

Под Соболиным рудным узлом нами понимается крупная рудоносная структура площадью 300 км<sup>2</sup>, протягивающаяся в северо-восточном направлении от верховьев р. Изюбриной через водоразделы рек Средняя Антоновка и Соболиная Падь до р. Правая Антоновка. Он приурочен к западной части Журавлевского террейна и контролируется Центральным Сихотэ-Алинским разломом (ЦР) [6]. В зоне разло-

ма проявлена золото-редкометалльная минерализация с оловом, вольфрамом и молибденом [4, 6]. Параллельная ЦР Березовская сдвиговая зона разделяет рудный узел на два блока [5].

Западный блок сложен неокомскими терригенными породами ключевской (валанжин) и усть-колумбинской (готерив) свит. По данным В.М. Лосива (ГДП-200), ключевская свита (1940 м) сложена алевролитами, песчаниками, их гравелистыми разностями и конгломератами. Выше согласно залегает усть-колумбинская свита (1640–2300 м), представленная песчаниковым флишем. В строении ритмов в нижней части принимают участие грубозернистые дресвянистые песчаники, которые выше по разрезу сменяются песчаниками средне- и мелкозернистыми с горизонтальной слоистостью, затем – слой мелкозернистых песчаников с волнистой слойчатостью, косыми сериями, складочками оползания и волнистой рябью. Завершают ритмы аргиллиты.

Восточный блок образован осадочными породами каталевской (апт), дивнинской (ранний альб) и светловоднинской (средний – поздний альб) свит. Каталевская свита (1530 м) слагает юго-восточную часть блока на правом берегу р. Соболиная Падь. В её составе преобладают песчаники, подчиненную роль играют горизонты алевролитов и их переслаивания с песчаниками. Дивнинская свита (490 м) протягивается узкой полосой на левобережье р. Соболиная Падь. Её характерной особенностью является отчетливо выраженный алевролитовый состав при резко подчиненной роли песчаников. На подстилающих породах она залегает согласно, тем самым как бы завершая разрез макроритма с каталевской свитой в основании. Светловоднинская свита (1980 м) соглас-

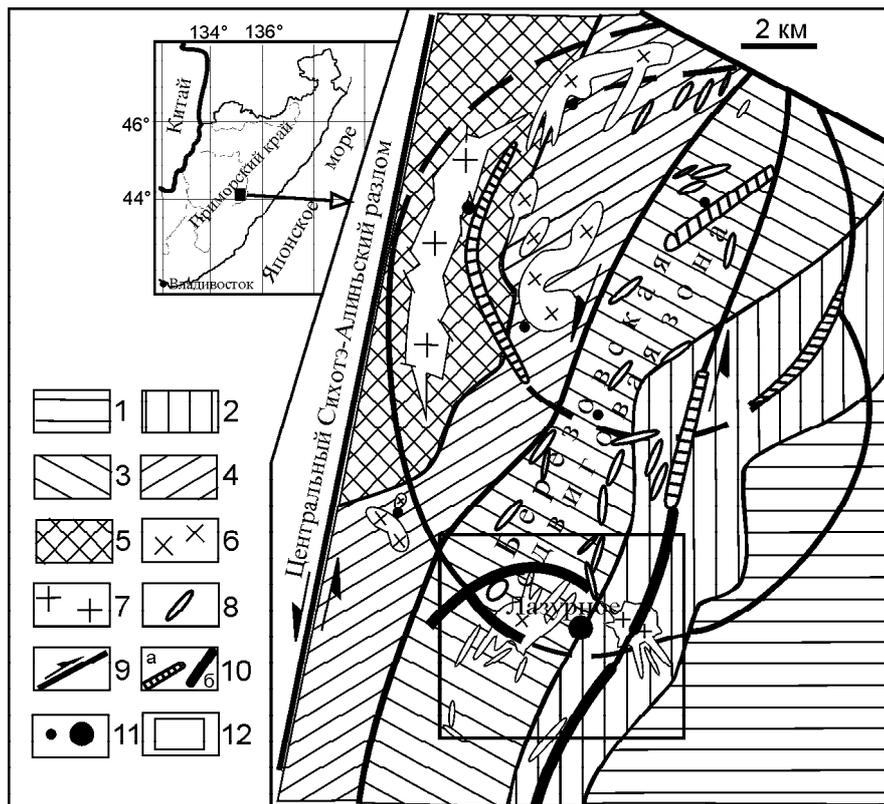


Рис. 1. Геолого-структурная схема Соболиного рудного узла.

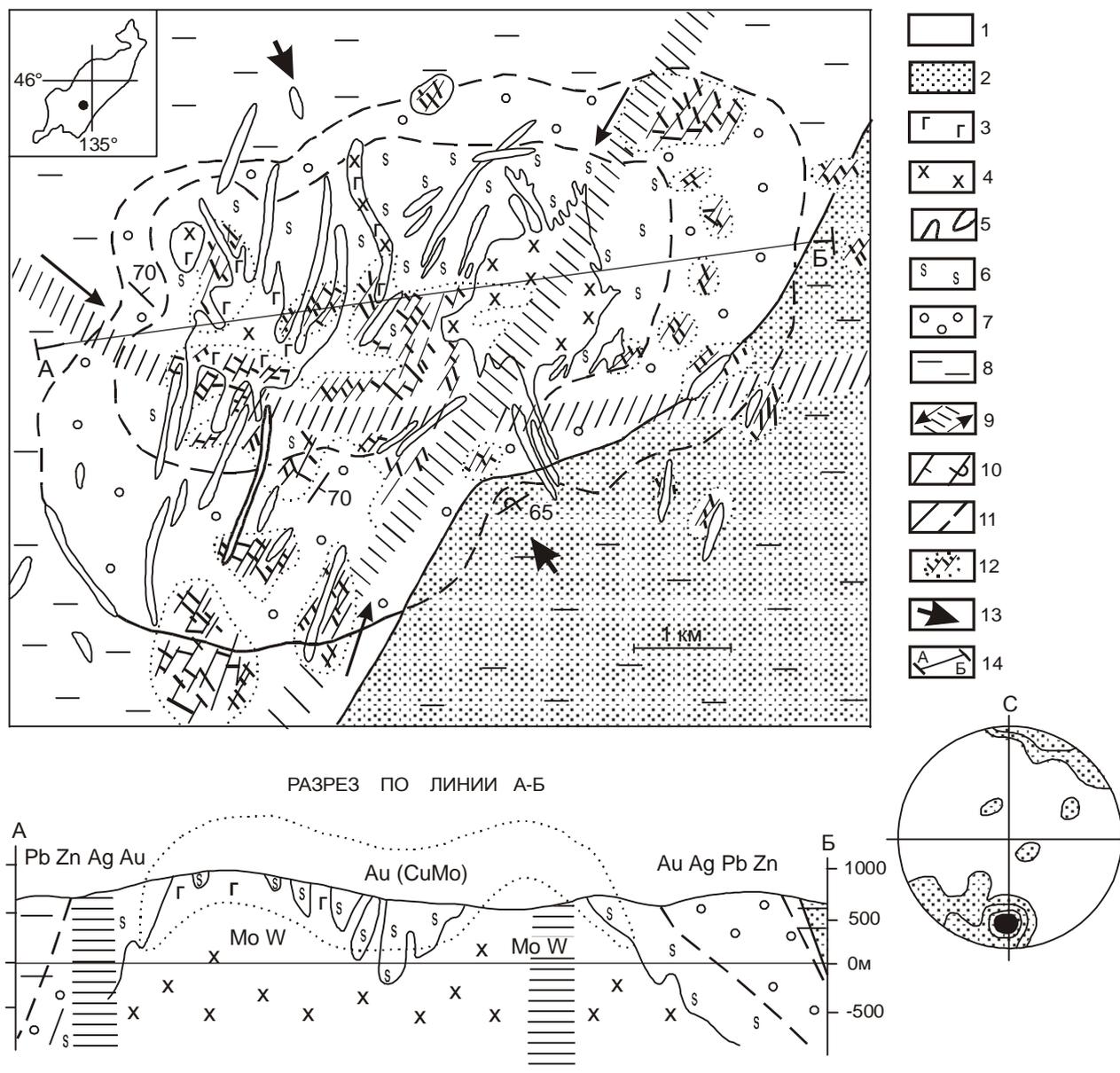
1–5 – нижнемеловые терригенные отложения: 1 – каталевской свиты, 2 – дивнинской свиты, 3 – светловоднинской свиты, 4 – усть-колумбинской свиты, 5 – ключевской свиты; 6–8 – интрузивные породы: 6 – диориты, 7 – граниты, 8 – дайки; 9 – зоны разломов с направлением сдвига; 10 – промышленные золотосодержащие россыпи: а) бедные и б) богатые отработанные; 11 – рудопроявления и месторождение рудного золота; 12 – участок детальных исследований.

но лежит на алевролитах дивнинской свиты и сложена пачками ритмичного переслаивания песчаников и алевролитов с редкими слоями и пачками алевролитов, песчаников (в основании). Осадочные породы смяты в складки северо-восточного направления и ориентированы под косым углом к ЦР и Соболиной сдвиговой зоне.

Интрузивные породы относятся к трем магматическим комплексам: березовско-араратскому, богопольскому и суворовскому (в возрастной последовательности от ранних к поздним). Березовско-араратскому комплексу (апт – сеноман) принадлежат малые интрузии, штоки и дайки габбро-монцититов, монцодиоритов и моцогранодиоритов. По данным [3], золотое оруденение обнаруживает признаки генетической связи с малыми телами монцититов с возрастом  $98 \pm 5$  млн лет (К-Аг, по биотиту). Их отличия от фациальных аналогов оловоносных монцититов Араратского массива обусловлены условиями кристаллизации. Богопольский комплекс (маастрихт – даний) включает мелкие штоки и дайки риолитов, риодацитов, дацитов и гранодиорит(гранит)-порфиров. Связь рудной минерализации с дайковым комплексом окончательно не изучена. Суворовский комплекс (палеоген) – пострудные дайки базальтов, андезитов, андезитовых порфиров.

Соболиный рудный узел связан с центром интрузивной деятельности – очаговой интрузивно-купольной структурой (ИКС), в ядре которой обнажается интрузия монцодиоритов, а на периферии ИКС обрамляется цепочкой сателлитных интрузий и маркируется кольцевыми структурами. Кольцевые и линейные разрывы отчетливо дешифрируются на космоснимках и фиксируются гравитационными аномалиями, геохимическим полем золота, рудопроявлениями и месторождениями россыпного и рудного золота. Рудные поля ассоциируют с дочерними (сателлитными) ИКС, которые приурочены к локальным интрузивным штокам и куполам биотититов, развитым в надинтрузивной зоне скрытых интрузий.

Месторождение Лазурное приурочено к выходу интрузивных тел, внедрившихся на пересечении крупных разломов (рис. 2). Рудное поле образовано терригенными породами каталевской, дивнинской и светловоднинской свит. Породы имеют субвертикальное падение и прорваны двумя субпараллельными штоками березовско-араратского интрузивного комплекса. Западный шток представлен субщелочными габбро, габбромонцититами, которые к югу постепенно переходят в габбродиориты, монцититы первой интрузивной фазы [10]. Вторая фаза представлена биотит-амфиболовыми гранодиоритами, которые вскрыты на глубине скважинами. Восточная интрузия расположена гипсометрически ниже на



**Рис. 2.** Схематическая геологическая карта и разрез месторождения Лазурное с элементами рудно-метасоматической зональности.

1–2 – нижнемеловые терригенные породы: 1 – дивинской и светловодненской свит, 2 – каталевской свиты; 3–5 – интрузивные породы: 3 – габбродиориты; 4 – гранодиориты; 5 – дайки; 6–8 – зоны гидротермально и метасоматически измененных пород: 6 – калишпатизация, биотитизация и пиритизация, 7 – кварц-серицит-хлоритовые метасоматиты, 8 – пропилитизация; 9 – зоны разрывов с направлением сдвига; 10 – элементы залегания пород: нормальное и опрокинутое; 11 – геологические границы; 12 – участки развития штокверковых зон; 13 – направление тангенциального сжатия; 14 – линия геологического разреза. Внизу справа – диаграмма ориентировки кварцевых и сульфидных жил и прожилков в штокверках. 500 замеров, изолинии: 1, 2, 3, 4%. Верхняя полусфера стереографической проекции сетки Вульфа.

400 м. Она сложена гранодиоритами и гранитами второй фазы. В краевых частях обеих интрузий породы тонкозернистые (зона закалки), в отличие от центральных участков, где развиты порфириовидные разности. К богопольскому комплексу отнесены субвулканические интрузии и дайки риолитов, риода-

цитов, дацитов. Суворовский комплекс образуют пострудные дайки базальтов, андезибазальтов, андезитовых порфиритов. Простираение даек преимущественно северо-восточное, согласно слоистости, реже северо-западное и близширотное. Их протяженность достигает 1,5 километра, мощность – от 1–2 м до 25–50 м, падение крутое (60–85°).

Рудоносные порфириновые интрузивы и породы рамы образуют ИКС площадью 36 км<sup>2</sup>, расположенную над скрытым массивом гранитоидов повышенной основности. Залегание его верхней кромки от поверхности – 100–500 м, в прогибах – 900 м.

Главные дизъюнктивные рудоконтролирующие структуры месторождения – зоны скалывания северо-восточного и широтного направлений. Северо-восточный разлом Березовской зоны протягивается согласно слоистости через рудное поле и рассекает шток гранодиоритов пополам. В интрузии он картируется зоной дробления с глиной трения мощностью около 100 м, а в терригенных породах фиксируется многочисленными послойными смещениями сдвигового характера. В зонах сдвига широко проявлены приразломные складки, зеркала с близгоризонтальными штрихами и бороздами скольжения. Горизонтальные перемещения блоков гранодиоритового массива незначительны. Основные левосторонние смещения по зоне разлома, вероятно, происходили до внедрения интрузии. Сопряженный Широтный разлом – фрагмент кольцевой структуры (рис. 1) – на площади рудного поля образует зону взбросо-сдвиговых дислокаций шириной от 0,5 до 1 км, которая состоит из эшелонированной системы близширотных трещин скалывания. Вдоль сколов наблюдается дробление, катаклаз и милонитизация. На южном окончании Западной интрузии разлом картируется брекчиями, состоящими из угловатых обломков гранодиоритов, сцементированных темно-зеленым амфиболом, либо кварцем с редкой вкрапленностью сульфидов (пирит, халькопирит и др.). В настоящее время морфология и форма брекчиевых тел изучена недостаточно. К брекчиям приурочены шлиховой и геохимический ореолы золота. Зону Широтного разлома сопровождает флексурная складка, которая дает возможность определить правостороннее горизонтальное смещение с амплитудой около 2 км. Поздние смещения были вертикальными, они маркируются штриховкой на зеркалах скольжения.

В пределах месторождения вскрыты рудные залежи со штокверковым и прожилково-вкрапленным оруденением, которые контролируются зонами скалывания в экзо- и эндоконтакте интрузивных тел, где проявлена интенсивная гидротермально-метасоматическая переработка рудовмещающих пород. Зоны прослежены по простирацию на несколько сотен метров при мощности до нескольких десятков метров. Характерной особенностью рудных тел является чередование промышленных штокверковых и вкрапленных руд со слабо минерализованными породами, что обусловлено особенностями структурообразования в зонах скалывания и различной литологией вмещающих пород. Между штокверковыми и вкрапленными рудами трудно провести резкую гра-

ницу, так как в формировании обоих типов оруденения широкое участие принимают метасоматические процессы. Как правило, центральные части штокверков сложены прожилково-вкрапленными рудами, краевая – вкрапленными. В связи с этим промышленные рудные тела оконтуриваются по данным опробования. В породах, не затронутых гидротермально-метасоматической переработкой и наложенной сульфидной минерализацией, аномальных концентраций золота и других металлов не установлено. В ходе геолого-структурных исследований выделено четыре типа штокверков: в пластах песчаников, в дайках, в интрузивах, в зонах смятия. Мощность кварцевых и сульфидных жил в штокверках от нескольких см до 1,7 м, в большинстве случаев жилы выполняют трещины растяжения северо-западного и близширотного направления (см. диаграмму на рис. 2). Как правило, с флангов они блокируются сколовыми трещинами северного, северо-восточного направления. Во флишеидных толщах штокверковые залежи контролируются полосами двойного изгиба (кинк-банда) элементов слоистости, которые маркируют зоны скалывания. Так, контролируемый кинк-бандом штокверк – источник россыпного золота – установлен в тальвеге р. Изюбриной. Здесь в бортах долины реки осадочные породы простираются в северо-восточном направлении, а в плиточной части – в северо-западном. В плитке терригенные породы наиболее окварцованы, сульфидизированы и пронизаны многочисленными прожилками кварца с сульфидами. По данным атомно-абсорбционного анализа, содержание золота в песчаниках достигает 0,7 г/т, серебра – 18 г/т, в кварцевых прожилках – золота 7,6 г/т, серебра 87 г/т.

Основную ценность штокверковых залежей составляют золото и серебро, а медь и молибден являются попутными. Главные рудные минералы – самородное золото, пирит, арсенопирит; второстепенные – халькопирит, молибденит, халькозин, галенит, сфалерит, ковеллин. К жильным относятся кварц, карбонат, эпидот, сфен, апатит, хлорит. В зоне окисления развиты малахит, азурит, борнит, лимонит и др. Золото связано с кварцем и сульфидами. Минералами-носителями золота являются самородное золото, электрум, пирит и халькопирит. Важнейшей особенностью геохимии пирита руд и его гипергенных продуктов является высокая встречаемость в нем золота и серебра [7]. Содержания золота в пирите составляют (г/т): 0,5 (минимальное), 1100 (максимальное), 125 (среднее); серебра: 0,4 (минимальное), 170 (максимальное), 43 (среднее). Концентрация золота в халькопирите достигает 1,8 г/т, серебра – 333 г/т. Отношение золота к серебру в рудах от 1:1 до 1:10. Высокие содержания серебра (до 2,5 кг/т) характерны для отдельных проб, отобран-

ных из кварцевых жил. Минералами-носителями серебра являются самородное серебро, электрум, фрейбергит, акантит. При промывке протолок, отобранных из минерализованных зон, в качестве единичных знаков присутствует золото. Размеры золотин – 0,01–0,62 мм. Золото светло- и грязно-желтое с металлическим блеском, иногда покрытое пленкой оксидов железа. В золоте видны прорастания кристаллов кварца или их отпечатки. По морфологии выделяется пластинчатое, комковидное, крючковатое, проволочное и кристаллическое золото. Средняя проба золота – 835. В золоте спектральным анализом установлены элементы примеси (вес. %): As – 0,0044, Pb – 0,00353, Cu – 0,01, Sb – 0,056, Ni – 0,00023, Bi – 0,015, Pt – 0,0074, Mn – 0,00004, Zn – 0,0076, Fe – 0,038, SiO<sub>2</sub> – 0,035. Минеральный состав руд непостоянный. Прожилково-жилные образования на 80–99% сложены кварцем.

Первичные текстуры руд массивные, брекчиевые, брекчиевидные, прожилковые, вкрапленные, прожилково-вкрапленные и полосчатые. Прожилково-жилные образования несут следы интра- и пост-минерализационного тектонического воздействия, структура кварцевых агрегатов имеет признаки динамометаморфизма.

Месторождение Лазурное относится к золото-медно-порфиоровому типу медно-порфиоровой золотосодержащей формации [8]. Оруденение приурочено к ИКС, в строении которой проявлена латеральная рудно-метасоматическая зональность [1]. Распределение метасоматических зон отвечает ряду (от центра к периферии): рудоносный порфиоровый интрузив → зона калишпатизации и биотитизации → зона кварц-серицит-хлоритовая → зона пропицитов. Последняя окаймляет золото-медно-порфиоровую систему (ЗМПС). Границы ореола контактового метаморфизма совпадают с контурами поля шлихового рассеяния золота в делювии. В объеме рудно-метасоматической колонны также зонально размещается минерализация (см. разрез на рис.2). Во внутренней части ЗМПС проявлено золото-медно-порфиоровое оруденение с молибденом. Восточная интрузия, как наиболее эродированная, содержит проявления молибдена и вольфрама в своей центральной части, а золото-медные – в зоне эндо- и экзоконтакта. На периферии ЗМПС, в ороговикованных осадочных породах, размещены проявления золота, серебра, свинца и цинка. В общих чертах вертикальная зональность повторяет особенности горизонтальной зональности.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате проведенных исследований установлена связь золоторудной минерализации месторождения Лазурное с развитием ИКС рудного

поля, которая эквивалентна прогнозно-поисковой модели ЗМПС плутоногенного типа.

2. В размещении оруденения важную роль играет структурный контроль. Он осуществляется зонами скалывания в экзо- и эндоконтакте интрузивных тел, где проявлена интенсивная гидротермально-метасоматическая переработка рудовмещающих пород (калишпатизация, биотитизация, хлоритизация, серицитизация, сульфидизация и окварцевание). В зависимости от физико-механических свойств вмещающей среды оруденение контролируется зонами хрупкого или вязкого сдвига. Как правило, зоны хрупкого сдвига развиты в интрузивах, дайках и толщах песчаников, зоны вязкого сдвига – во флиш-идных толщах.

3. Установленная рудно-метасоматическая зональность, по-видимому связанная с различными Р-Т условиями осаждения минералов по мере удаления от скрытого магматического очага, имеет значение для производства как геологоразведочных, так и эксплуатационных работ.

4. По нашему мнению, наиболее перспективной на рудное золото и сопутствующие металлы является площадь развития Западной интрузии, где обнажена наименее эродированная часть ЗМПС.

В заключение автор приносит благодарность Л.В. Эйришу и С.М. Родионову за критические замечания и конструктивные советы, которые способствовали улучшению статьи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Врублевский А.А., Юшманов Ю.П. Рудно-метасоматическая зональность эндогенного оруденения месторождения Лазурное в Центральном Сихотэ-Алине // Редкие металлы Украины – взгляд в будущее: Сб. науч. тр. Киев: ИГН НАНУ, 2001. С. 28–29.
2. Геологическая служба Приморского края (50 лет со дня основания) / Под ред. А.В. Саввина. Владивосток: Дальнаука, 2000. 158 с.
3. Гоневчук В.Г., Гоневчук Г.А., Кокорин А.М. и др. О некоторых причинах совмещения оловянной и золотой минерализации в металлогенических зонах и рудных районах // Геология и горное дело в Приморье в прошлом, настоящем и будущем: Тез. докл. конф. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 23–26.
4. Иванов Б.А. Центральный Сихотэ-Алинский разлом. Владивосток: Дальневост. кн. изд.-во, 1972. 115 с.
5. Уткин В.П. Сдвиговые дислокации, магматизм и рудообразование. М.: Наука, 1989. 154 с.
6. Ханчук А.И., Раткин В.В., Рязанцева М.Д. и др. Геология и полезные ископаемые Приморского края. Владивосток: Дальнаука. 1995. 64 с.
7. Хохряков Н.А. Применение шлихового минералогеохимического метода при прогнозе и поисках золоторудных месторождений // Сов. геология. 1990. № 9. С. 22–28.
8. Юшманов Ю.П. Золото-медно-порфиоровые магмато-

- генно-рудные системы Соболиного рудного узла в Центральном Сихотэ-Алине // Геология и горное дело в Приморье в прошлом, настоящем и будущем: Тез. докл. конф. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 102–103.
9. Юшманов Ю.П. Некоторые итоги развития минерально-сырьевой базы ЗАО ГМК "Электрум" // Там же. С. 103–104.
10. Seltmann R, Gonevchuk V, Khanchuk A. (Eds) Anatomy and Textures of Ore-Bearing Granitoids of Sikhote Alin (Primorye region, Russia) and Related Mineralization. International Field Conference in Vladivostok, Russia. Extended Abstracts. Potsdam. 1998. 107 p.

*Поступила в редакцию 27 ноября 2000 г.*

*Рекомендована к печати Л.В. Эйришем*

***Yu.P. Yushmanov***

**Structure and zonality of Au-Cu mineralization, the Lazurny deposit, Central Sikhote-Alin**

The paper presents data on geology of the Lazurny deposit which correspond to a prospecting and forecasting model of the gold-copper-porphyre system. Ore and metasomatic zonality and structural control of ore stockwork are described. An area prospective for commercial gold and copper mineralization has been identified.