

УДК 553.481 (571.61)

А.В. Мельников, В.А. Степанов, Д.В. Юсупов

ПЕРСПЕКТИВЫ НИКЕЛЕННОСТИ ДЖАЛТИНСКОЙ ПЛОЩАДИ ДАМБУКИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА ПРИАМУРЬЯ

Приведены сведения о результатах геологоразведочных работ на выявление сульфидного медно-никелевого оруденения Джалтинской площади Дамбукинского рудного района Приамурья. Показано, что медно-никелевое оруденение тесно связано с малыми интрузиями и дайками базит-гипербазитового состава раннемелового возраста. Дальнейшие геологоразведочные работы предлагается сосредоточить как в контурах перспективных площадей, выделенных при аэрогеофизических работах, так и в бассейне руч. Горациевского, в долине которого обнаружены обломки руд с высоким содержанием никеля. При получении положительных результатов работы могут быть продолжены на геохимических аномалиях ранга рудного поля, выделенных при анализе данных литохимического опробования.

Ключевые слова: медно-никелевое оруденение, геохимические аномалии, геологоразведочные работы, сульфидные руды.

Введение

В истории изучения перспектив никелености Верхнего Приамурья выделены три этапа: ранний (1916-1951 гг.), средний (1952-1974 гг.) и современный (начиная с 1975 г.).

В ранний этап в регионе проводились разрозненные геологоразведочные работы главным образом на золото. При этом попутно был выявлен и обследован ряд проявлений никелевой минерализации. В результате работ первого этапа были выявлены два заслуживающих внимания проявления никеля – в районе г. Лукинда с одноименным базит-ультрабазитовым массивом и Зейские Ворота с пентландит-пирротиновыми жилами. Второй объект находится в зоне затопления водохранилища Зейской ГЭС [10].

Средний этап предопределен проведением на всей территории региона государственной геологической съемки масштаба 1:200000, сопровождаемой комплексом поисковых работ. В это время были закартированы основные массивы базит-ультрабазитового состава, потенциально перспективные на медно-никелевое оруденение. На некоторых из них произведены детальные поисковые работы на никель. Была исследована никеленость большинства базит-ультрабазитовых массивов. В результате зафиксирована слабая никеленость этих массивов, представленная зонами вкрапленных сульфидных руд с содержаниями никеля не выше 0.1-0.3%. Но при проведении поисковых работ на уран в долине р. Средний Ульдегит (рудоявление «Стрелка») вскрыты в коренном залегании и прослежены на глубину 200 м скважинами колонкового бурения дайки кортландитов с прожилково-вкрапленными и массивными пентландит-халькопирит-пирротиновыми рудами с содержанием никеля до 0.1%, меди до 3%. Этот тип медно-никелевого оруденения является принципиально новым для Приамурья и отвечает выделенной С.С. Зиминым [2] формации никеленосных роговообманковых базитов.

На современном этапе к работе по выявлению перспектив никеленосности региона активно подключились научные (АмурКНИИ, ДВГИ), производственные (НПО «Аэрогеология», ФГУГП «Амургеология») организации, а начиная с 2000 г. – и частные фирмы (ГМК «Фалконбридж Ист Лимитед», ЗАО «Кун-Манье», ЗАО НПК «Геотехнология»).

Третий, современный этап являлся наиболее продуктивным. В это время выявлено и разведано с подсчетом запасов месторождение никеля «Кун-Манье», детально опробованы проявления никеля в пределах массивов Луча и Ильдеус, обнаружена новая перспективная на никелевое оруденение Джалтинская никеленосная площадь в пределах Дамбукинского золотоносного района. Установлено, что никеленосной в этом районе является формация никеленосных роговообманковых базитов, представленных дайками, силлами и малыми интрузиями джалтинского комплекса раннемелового возраста. Первоочередной на поиски сульфидных медно-никелевых месторождений является Джалтинская площадь, в пределах которой аэрогеофизическими работами ЗАО НПК «Геотехнология» выявлен ряд перспективных участков [5]. Менее перспективными представляются поиски медно-никелевого оруденения на глубоких горизонтах Лукиндинского и Лучанского массивов.

Никеленосность Джалтинской площади

Джалтинская никеленосная площадь расположена в Дамбукинском рудно-россыпном районе Приамурья, известного многочисленными и богатыми россыпями золота. На площади развиты главным образом метаморфические породы раннего архея, прорванные многочисленными интрузиями широкого возрастного диапазона – от архея до раннего мела.

Первые сведения о никеленосности Джалтинской площади получены в 1964 г. при проведении поисковых работ на уран [14]. При этом попутно было выявлено сульфидное медно-никелевое оруденение, приуроченное к дайкам пироксенитов, горнблендитов и кортландитов. Одна из даек прослежена канавами по простиранию на 1 км и скважинами на глубину до 200 м. Сульфидные руды вкрапленные, прожилково-вкрапленные и массивные. Они состоят из пирротина с примесью халькопирита и пентландита. Содержание меди меняется от 0.1 до 3%, никеля – до 0.1%, кобальта – до 0.01%. По данным бурения, руды окислены до глубины 120 м (рис. 1).

Нами в 2004 г. был опробован сохранившийся на месте бурения керн скважин 6 и 8. Опробовались сульфидные массивные и прожилково-вкрапленные руды. Спектральным анализом в них установлены содержания меди до 0.7%, никеля – до 0.4%, кобальта – до 0.1%. Из благородных металлов, по данным атомно-абсорбционного анализа, отмечались серебро (0.5-7.5 г/т) и золото (0.05-0.38 г/т). По данным минералогического анализа, руды состоят из пирротина с примесью халькопирита и пентландита. К редким минералам относятся сфалерит, галенит, арсенопирит, молибденит и самородное золото. Находка медно-никелевого рудопоявления «Стрелка» была во многом случайной. Рудопоявление осталось недоизученным. Следует отметить, что значительная мощность зоны окисления значительно затрудняет поиски медно-никелевого оруденения.

В 1997 г. при проведении работ по программе «Плотик» в долине р. Мал. Джалта в плотике аэгидравлической отработки россыпи среди гнейсов камрайской свиты была опробована дайка сульфидизированных габброидов мощностью 3,5 м. В борздовой пробе, по данным спектрального анализа (ФГУГП «Амургеология»), установлены содержания Ni – 0.3%, Cu – 0.7%, Co – 0.015%, As – 0.05%, Zn – 0.05%, Ag – 2 г/т [6]. В этой же пробе в лаборатории АмурКНИИ ДВО РАН спектральным анализом установлены содержания Ni – 1%, Cu – 1%, Co – 0.05%, Zn – 0.05%, Ag – 1.5 г/т.

В 2000-2001 гг. по договору с ВНИИ «Океангеология» были выполнены работы по оценке перспектив платиноносности бассейна р. Джалта Дамбукинского рудно-россыпного района (программа Минприроды «Платина России») [8]. Летом 2000 г. сотрудником АмурКНИИ ДВО РАН

А.В. Мельниковым были проведены поисковые маршруты с отбором шлиховых и штучных проб в бассейнах рек Джалта и Ульдегит. В шлихах из аллювия р. Джалта, ручьев Горациевский, Эмаки, Джалон и Всехсвятский выявлены знаковые содержания платины, сперрилита и иридоосминов. Штучные пробы отбирались из гидротермально измененных и сульфидизированных основных и ультраосновных пород, а также из массивных сульфидных руд и кварца (рис. 2).

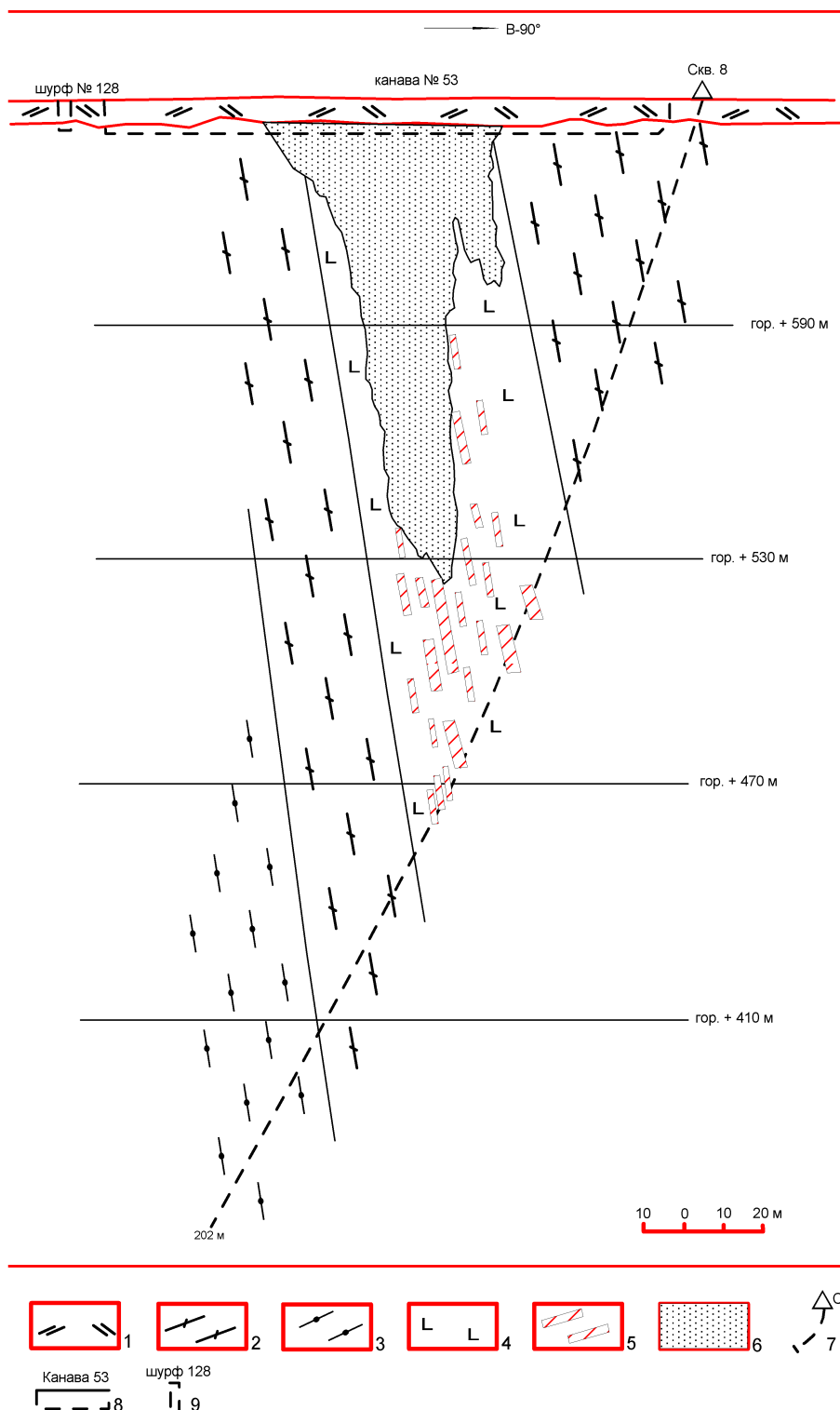


Рис. 1. Разрез рудопоявления «Стрелка» по [14] с упрощениями и дополнениями авторов:

- 1 – почва; 2 – гнейсы графит-биотитовые; 3 – амфиболиты; 4 – пироксениты и горнблендиты с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией; 5 – массивные сульфидные руды;
- 6 – кора выветривания; 7 – скважина; 8 – канава; 9 – шурф.

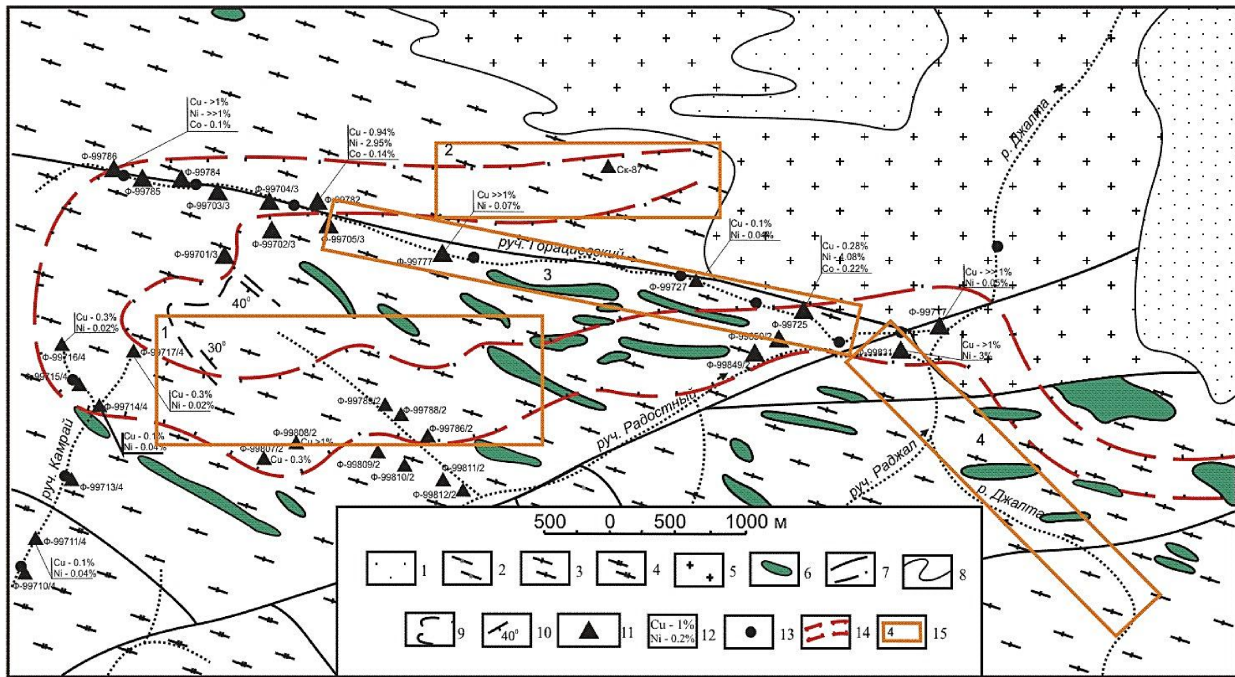


Рис. 2. Геологическое строение и никеленосность участка «Никелевый» [8]:

1 – галечники и пески сазанковской свиты; 2-4 – гнейсы и кристаллические сланцы раннего архея:
 2 – ульдегитская свита, 3 – камрайская свита, 4 – дубакитская свита; 5 – граниты тукурингского комплекса; 6 – дайки и мелкие интрузии габбро, пироксенитов, кортландитов; 7 – разломы; 8 – геологические границы; 9 – горизонты железистых кварцитов; 10 – залегание пород; 11 – места отбора штучных проб и их номера; 12 – содержание (в %) в пробах Cu, Ni, Co; 13 – шлиховые пробы, содержащие минералы ЭПГ; 14 – границы никеленосной зоны; 15 – участки поисковых работ (1 – Южный, 2 – Северный, 3 – Горатиевский, 4 – Джалта).

Спектральным анализом в штучных пробах из сульфидизированных пород и массивных сульфидов установлены высокие, нередко промышленные содержания никеля, меди, свинца и цинка (табл. 1).

Таблица 1

Содержание полезных компонентов в штучах сульфидизированных пород в бассейне руч. Горатиевского по данным спектрального анализа

1	2	3	4	5	6	7	8	9
№ пробы	Содержание полиметаллов (в %), Ag и Pt (в г/т)							Описание пород
	Cu	Ni	Co	Pb	Zn	Ag	Pt	
Ф-99808/2	>1	0.03	0.03	0.004	0.05	15	сл.	Массивная сульфидная руда
Ф-99701/3	0.5	0.05	0.02	0.004	-	30	8	Кварц с гнездами сульфидов
Ф-99704/3	0.3	0.03	0.01	0.002	0.03	2	-	Гранит с вкрапленностью сульфидов
Ф-99717/4	>1	7	>1	0.02	0.3	70	-	Кварц с гнездами сульфидов
Ф-99714/4	0.1	0.04	0.015	0.001	0.005	3	-	Кварц с гнездами сульфидов
Ф-99716/4	0.3	0.02	0.003	0.1	0.05	5	-	Лимонитизированный кварц
Ф-99717	>>1	0.05	0.03	0.15	0.1	100	-	Массивная сульфидная руда
Ф-99789/2	>>1	0.02	0.007	10	>>1	>>100	-	Полиметаллическая руда
Ф-99831	>>1	3	0.03	0.007	0.07	7	-	Массивная сульфидная руда
Ф-99725	0.3	>>1	>0.1	0.002	0.2	1	-	Массивная сульфидная руда
Ф-99786/2	>1	>>1	0.1	0.003	0.03	3	-	Гранит с гнездами сульфидов
Ф-99849/2	0.02	0.1	0.015	0.001	-	0.03	-	Хромитит
Ф-99711/2	0.1	0.04	0.015	0.001	0.005	3	-	Кристаллический сланец сульфидизированный

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ф-99817/2	0.06	0.1	0.1	0.003	0.04	3	сл.	Кристаллический сланец сульфидизированный
Ф-99818/2	0.1	0.03	0.01	0.002	0.03	2	-	Кристаллический сланец сульфидизированный
Ф-99782/2	3	2	0,1	0,003	0,003	0,5	-	Массивная сульфидная руда
Ф-99777	>>1	0,07	0,007	0,0007	0,003	5	-	Массивная сульфидная руда
Ф-99782	0,03	-	-	10	>1	>100	-	Кварц с галенитом
Ф-99785	0,07	-	-	>10	>>1	300	-	Кварц с галенитом

Анализ выполнен в спектральной лаборатории АмурКНИИ ДВО РАН, аналитик Н.С. Ворошилова.

Наибольший интерес вызвали находки сульфидных руд с высоким содержанием никеля и меди. Две наиболее представительные пробы (№99725 и 999782/2) были проанализированы более детально (табл. 2).

Таблица 2

Содержание полезных компонентов в сульфидных медно-никелевых рудах

Название руд (№ пробы)	Никелевая мелкозернистая (Ф-99725)		Медно-никелевая крупнозернистая (Ф-99782/2)			
	Химический и атомно-абсорбционный анализ		Спектрохимический анализ	Химический и атомно-абсорбционный анализ		Спектрохимический анализ
Cu	0.28	0.25	0.47	0.94	2.88	4.50
Ni	4.08	6.55	4.60	2.95	3.02	4.80
Co	0.22	0.24	0.21	0.14	0.13	0.19
Pt	8.29		0.034	1.38		2.00
Pd	2.25		2.30	4.52		20.0

Содержания Cu, Ni, Co приведены в %, благородных металлов – в г/т. Химический и атомно-абсорбционный анализы выполнены в АмурКНИИ ДВО РАН, спектрохимический анализ – в лаборатории института ВНИИОкеангеология МПР РФ.

Они были представлены обломками массивных сульфидных руд, состоящих, главным образом, из пирротина, пентландита и халькопирита. Из минералов платиновой группы в них обнаружен теллурид палладия – котульскит. Руды отличались по структурно-текстурным особенностям и отношению содержаний никеля и меди, а также платины и палладия. Проба Ф-99725 состоит из мелкозернистой существенно никелевой руды. Содержание в ней никеля, по данным химического анализа, составляет 4.08-6.55 %, меди – 0.25-0.28 %. В пробе Ф-99782/2 из крупнозернистой медно-никелевой руды содержание никеля, по данным того же анализа, 2.95-3.02 %, меди – 0.94-2.88 %. Среди платиноидов в обеих пробах преобладают платина и палладий. В пробе никелевой руды содержание платины (8.29 г/т) выше, чем палладия (2.25 г/т), а в медно-никелевой содержание палладия (4.52 г/т) выше, чем платины (1.38 г/т). По-видимому, это обломки руд из разных рудных тел. Ранее такие богатые сульфидные медно-никелевые руды в Амурской области не встречались [8].

В 2001 г. для определения перспектив никеленосности Дамбукинского рудного узла организацией ФГУГП «Амургеология» в пределах листов N-52-XIII и N-52-XIV произведена обработка данных геохимической съемки по потокам рассеяния масштаба 1:200000, с прогнозной оценкой ресурсов никеля, меди и кобальта [6]. В результате была выделена Гилуйская никеленосная зона, а в ее пределах – 7 геохимических аномалий никеля, меди и кобальта ранга рудного поля (Золотогорское, Горациевское, Горелое, Амурское, Степанакское, Минжакское и Окаканское, рис. 3). Прогнозные ресурсы Гилуйской зоны оценены по категории P₃ (в тыс. т): никеля – 452, меди – 91, кобальта – 62. Эти данные свидетельствуют о значительных перспективах никеленосности не только Горациевского потенциально рудного поля, в котором были выявлены обломки богатых сульфидных медно-никелевых руд, но и 6 других потенциальных рудных полей Гилуйской зоны.

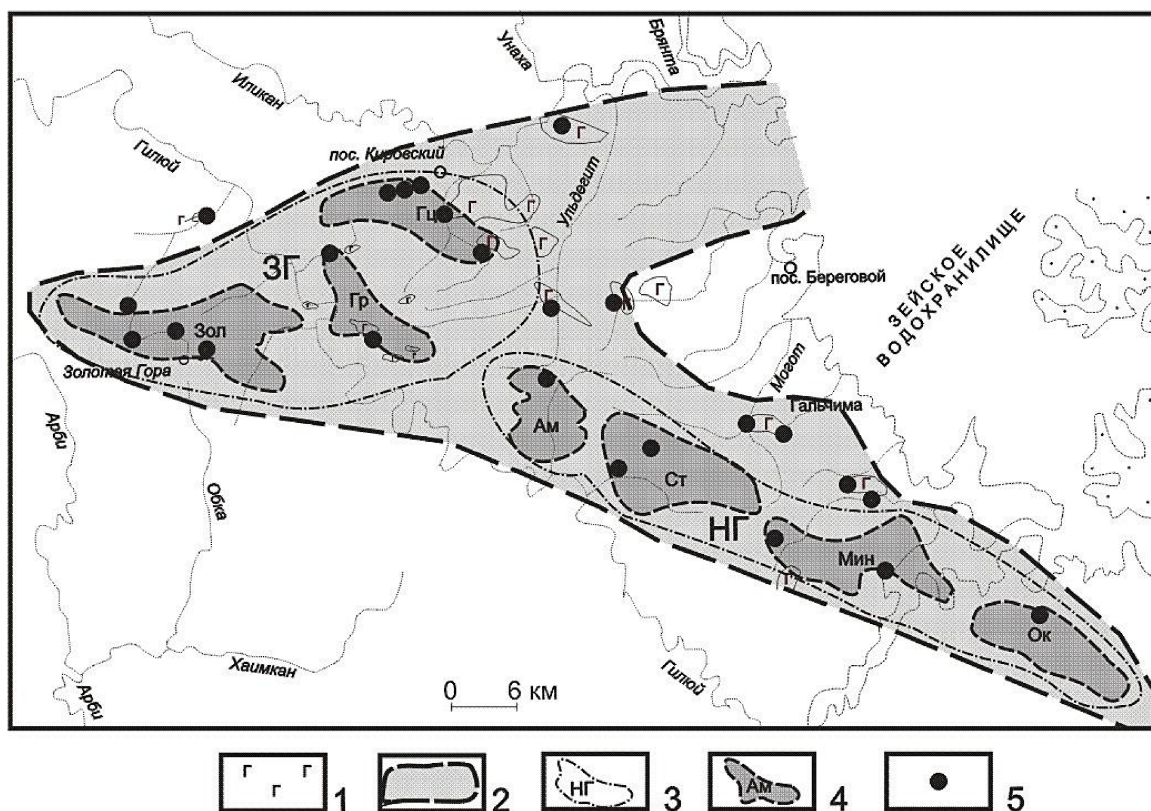


Рис. 3. Прогнозируемые рудные узлы и поля Гилульской никеленоносной зоны по геохимическим данным [6]:

1 – габбро, пироксениты, кортландиты; 2 – граница Гилульской никеленоносной зоны; 3 – контуры рудных узлов (ЗГ – Золотогорский, НГ – Нижне-Гилульский); 4 – контуры рудных полей (Зол – Золотогорский, Гц – Горациевский, Гр – Горелый, Ам – Амурский, Ст – Степанакский, Ок – Окаканский); 5 – рудопроявления никеля и меди.

В период с 2002 г. по 2004 г. поисковые работы на платиновое и медно-никелевое оруденение в бассейнах рек Джалта и Ульдегит на площади листов N-57-XIII и N-57-XIV (объект Моготский) проводил АмурКНИИ ДВО РАН по договору с ФГУГП «Амургеолком» [12]. Работы включали поисковые маршруты с отбором штучных проб, литохимическое опробование масштаба 1:50000, а также проходку поверхностных горных выработок (канав и траншей). Литохимическим опробованием в бассейнах руч. Горациевский, Радостный и на правом берегу р. Джалта были выявлены контрастные вторичные ореолы Ni и Co (до 0.1%), а также Cu (до 1%). Это позволило выделить потенциально никеленоносные участки «Северный», «Южный», «Джалта» и «Горациевский». На этих участках проведены поисковые работы масштаба 1:10000. В результате здесь выявлены контрастные вторичные ореолы рассеяния Ni, Co и Cu. Штучным опробованием в делювиальных обломках базитов с вкрапленностью и прожилками сульфидов установлены содержания никеля 0.1-0.7%, меди – до 0.1-1% [8]. В этот период была установлена генетическая связь сульфидного медно-никелевого оруденения Джалтинской площади с джалтинским интрузивным комплексом, представленным малыми телами, дайками и силлами габбро, пироксенитов и кортландитов [11]. Возраст никеленоносного комплекса определен изотопными методами как раннемеловой [9, 13].

Наиболее близкими аналогами проявлений никеля Джалтинской площади являются месторождения «Коталаhti» (Финляндия) и «Шануч» (Камчатка, Россия). Первое расположено в центральной части «никелевого пояса» Финляндии [1]. Район сложен гнейсами, гранито-гнейсами, амфиболитами и сланцами, в том числе графитовыми. Рудоносный массив представляет собой крупную вертикально залегающую дайку длиной около 1,3 км и мощностью от 10 до 200 м. В низах интрузии

расположены габбро и диориты, в средней – метапироксениты и метаперидотиты, а в верхней – медно-никелевое оруденение. Главный тип пород – пироксениты, в том числе перкниты (амфиболсодержащие пироксениты). Руды сульфидные вкрапленные, брекчиевидные и массивные. В составе рудных минералов преобладают пирротин, пентландит и халькопирит. Средние содержания полезных компонентов: никель – 0.7%, медь – 0.27%, платина – 0.57 г/т. Месторождение интенсивно отрабатывается, запасы никеля составляют 100 тыс. тонн.

Месторождение «Шануч» расположено на площади Камчатского срединного массива [15]. Район месторождения сложен кристаллическими сланцами и гнейсами камчатской серии верхнего протерозоя. Никеленосными являются малые интрузии, дайки и силлы мелодиоритов, габбро, пироксенитов, горнблендитов и кортландитов дукукского комплекса эоценового возраста. Месторождение представлено пучком субвертикально ориентированных рудных тел, сопряженных с дайками дукукского комплекса. Руды массивные, брекчиевые, прожилково-вкрапленные и вкрапленные. Они состоят главным образом из пирротина, пентландита и халькопирита. Среднее содержание полезных компонентов в рудном теле № 1 составляет (в %): никель – 5.41, медь – 0.85, кобальт – 0.13. Содержание благородных элементов (в г/т): платина – 0.40, палладий – 0.13, золото – 0.24. Месторождение среднее по запасам никеля.

В период 2010-2016 гг. поисковые и оценочные работы в пределах Джалтинской никеленосной площади проводила ЗАО НПК «Геотехнология». Были осуществлены детальные поисковые работы на участках «Северный» и «Южный». Кроме того, на площади 500 км² была проведена комплексная вертолетная аэрогеофизическая съемка (магнитометрия, гамма-спектрометрия) масштаба 1:25 000. Целью работ являлось выделение участков, перспективных на сульфидное медно-никелевое оруденение. В результате аэрогеофизических наблюдений в пределах Джалтинской площади были выделены 12 участков. Три из них входят в контуры предшествующих работ (Северный, Южный и Джалта), остальные выделены впервые. Участки обособлены по пространственному совмещению магнитных максимумов, минимумов электросопротивлений и содержания радиоактивных элементов. Такая закономерность предполагает присутствие в коренном залегании тел основного-ультраосновного состава с аномальной концентрацией сульфидов [5].

Обсуждение результатов

Изучение перспектив никеленосности Джалтинской площади и Дамбукинского рудно-россыпного района показало следующее. В бассейне руч. Горациевского обнаружены обломки массивных сульфидных медно-никелевых руд с высоким содержанием полезных компонентов. Ранее богатые медно-никелевые руды в Амурской области не обнаруживались. Детальное исследование двух наиболее представительных проб показало, что по структурно-текстурным особенностям и содержанию полезных компонентов они представляют разные рудные тела. Обломки богатых руд найдены главным образом в долине ручья, нередко в отвалах отработанной россыпи золота. По-видимому, они были перемещены на поверхность из плотика россыпи руч. Горациевского. Для поиска этих рудных тел необходимо проведение в долине ручья наземных геофизических работ (магнитометрия, электро-разведка и др.) с заверкой выявленных аномалий бурением скважин.

На участках «Северный» и «Южный» при наличии контрастных вторичных ореолов никеля и меди не удалось вскрыть рудные тела в коренном залегании. По-видимому, сульфидные руды на склонах долин и вершинах водоразделов подверглись процессам окисления и выщелачивания с образованием кор выветривания. Мощность коры на медно-никелевом рудопроявлении «Стрелка» достигала 120 м, что значительно осложняет поиски сульфидных руд. Поэтому в бассейне р. Ульдегит и Джалта обломки интенсивно сульфидизированных никеленосных руд часто отмечаются в отвалах и плотике отработанных россыпей, а на склонах долин и вершинах водоразделов подобные руды не встречены.

Перспективы Джалтинской площади на выявление сульфидного медно-никелевого оруденения подтверждает комплексная вертолетная аэрогеофизическая съемка масштаба 1:25000. С ее помощью выделены новые участки, перспективные на обнаружение сульфидных руд, ассоциирующих с телами базит-гипербазитового состава. Кроме того, при обработке данных геохимической съемки по потокам рассеяния в пределах Дамбукинского рудного района выделена Гилюйская никеленосная зона, а в ее пределах – 7 аномальных геохимических аномалий никеля, меди и кобальта ранга рудного поля. Из них лишь в Горациевском проведены поисковые работы на выявление сульфидного медно-никелевого оруденения, остальные не изучены.

Заключение

Проведенное исследование указывает на высокие перспективы выявления в пределах Дамбукинского рудного района промышленных месторождений сульфидных медно-никелевых руд типа известных эксплуатируемых месторождений «Шануч» (Камчатка) и «Коталахти» (Финляндия). В первую очередь геологоразведочные работы предлагается сосредоточить на Джалтинской площади как в контурах перспективных площадей, выделенных при аэрогеофизических работах, так и в бассейне руч. Горациевского, в долине которого обнаружены обломки руд с высоким содержанием полезных компонентов. При положительных результатах работы могут быть продолжены и на других аномальных геохимических аномалиях ранга рудного поля, выделенных при анализе данных литохимического опробования.

1. Додин, Д.А., Чернышев, Н.М., Яцкевич, Б.А. Платинометалльные месторождения России. – СПб: Наука, 2000. – 755 с.
2. Зимин, С.С. Формация никеленосных роговообманковых базитов Дальнего Востока. – Новосибирск: Наука СО, 1973. – 90 с.
3. Мельников, А.В., Степанов, В.А. Рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции. – Благовещенск: АмГУ, 2014. – 300 с.
4. Моисеенко, В.Г., Мельников, А.В., Степанов, В.А., Гвоздев, В.И. О первой находке массивных сульфидных Ni-Co-Pd руд в Верхнем Приамурье // Доклады Академии наук. – 2001. – Т. 379, № 4. – С. 518-521.
5. Пустозеров, М.Г., Барсуков, С.В., Якименко, А.В. Производство аэрогеофизических работ масштаба 1:25 000 в пределах Джалтинской никеленосной площади (Амурская область). – Новосибирск: ЗАО НПК «Гео-технология»; ЗАО «Аэрогеофизическая разведка», 2011. – 114 с.
6. Соколов, С.В., Вьюнов, Д.Л. Новые данные по никеленосности юго-восточного фланга Желтулакской структурно-геохимической зоны (N-52-XIII, XIV). – Благовещенск: ФГУГП «Амургеология», 2001. – 15 с.
7. Соколов, С.В., Щербов, В.Д. Изучение закономерностей размещения золотого и других видов оруденения путем документации и опробования плотика отработанных россыпей. – Благовещенск: Амургеология, 2001. – 299 с.
8. Степанов, В.А., Мельников, А.В., Соколов, С.В., Вьюнов, Д.Л., Гвоздев, В.И. Платиноносность Верхнего Приамурья (Промежуточный отчет по договору № 43/2000 «Оценить перспективы платиноносности Дальнего Востока»). – Благовещенск: АмурКНИИ, 2001. – 108 с.
9. Степанов, В.А., Октябрьский, Р.А., Гвоздев, В.И. Малые интрузии гипербазитов и медно-никелевое оруденение Дамбукинского рудно-россыпного узла Приамурья // Доклады Академии наук. – 2006. – Т. 409, № 4. – С. 514-517.
10. Степанов, В.А., Мельников, А.В. Никеленосность Верхнего Приамурья. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 217 с.
11. Степанов, В.А., Рогулина, Л.И., Мельников, А.В., Юсупов, Д.В. Самородное золото в пироксенит-кортландитовых интрузиях с медно-никелевым оруденением и в россыпях Дамбукинского золотоносного узла Приамурья // Записки Российского минералогического общества. – 2006. – Т. 135, № 4. – С. 31-39.
12. Стриха, В.Е., Степанов, В.А., Мельников, А.В., Юсупов, Д.В., Вьюнов, Д.Л. Отчет о результатах поисковых работ на платиновое и медно-никелевое оруденение в бассейнах рек Джалта и Ульдегит за 2002-2005 гг. Объект «Моготский». – Благовещенск: АмурКНИИ ДВО РАН, 2006. – 255 с.
13. Стриха, В.Е., Степанов, В.А., Родионов, Н.И. Раннемеловая кортландит-пироксенит-габбровая ассоциация Верхнего Приамурья: геохронологические и геохимические данные // Доклады Академии наук. – 2007. – Т. 407, № 5. – С. 664-668.
14. Тихонов, В.М., Козлов, Е.А. Отчет о геологоразведочных работах Моготской партии № 75 за 1965 г. – Ново-Никольск: Приленская экспедиция, 1960. – 280 с.
15. Трухин, Ю.П., Степанов, В.А. Сидоров, М.Д., Кунгурова, В.Е. Шанучское медно-никелевое месторождение: геолого-геофизическая модель, состав и геохимия руд // Руды и металлы. – 2009. – № 5. – С. 75-81.