

УДК 911.6:553.078(597.7)

Ю. Б. Миронов, В. З. Фукс, М. А. Ткаченко, В. И. Леонтьев (*Институт Карпинского*)

## ОСОБЕННОСТИ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ СЕВЕРНОГО ВЬЕТНАМА

Приведен краткий экскурс развития совместных исследований Геологической службы Вьетнама и Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского. Выполнено металлогеническое районирование на Sb, Sn, W, Cu, Ni, Au, приведены характеристики основных металлогенических таксонов территории Северного Вьетнама с примерами типовых рудных районов, узлов и месторождений. Даны рекомендации по их дальнейшему изучению.

*Ключевые слова:* Вьетнам, металлогения, рудный район, узел, месторождение.

Yu. B. Mironov, V. Z. Fuks, M. A. Tkachenko, V. I. Leontiev (*Karpinsky Institute*)

## FEATURES OF METALLOGENIC ZONING OF NORTHERN VIETNAM

The article gives a brief overview of the development of joint research by the Geological Survey of Vietnam and A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute. We conducted metallogenic zoning for Sb, Sn, W, Cu, Ni, Au, provide characteristics of the main metallogenic taxa of Northern Vietnam with examples of typical ore districts, clusters, and deposits and give recommendations for their further study.

*Keywords:* Vietnam, metallogeny, ore district, cluster, deposit.

**Для цитирования:** Миронов Ю. Б. Особенности металлогенического районирования Северного Вьетнама / Ю. Б. Миронов, В. З. Фукс, М. А. Ткаченко, В. И. Леонтьев // Региональная геология и металлогения. – 2024. – № 97. – С. 109–117.

**Введение.** В истории проведения совместных работ Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского и Геологической службы Вьетнама по изучению геологии Вьетнама выделяется несколько этапов.

**Первый этап** (1960–1965 гг.). В 1965 г. была составлена Геологическая карта Северного Вьетнама масштаба 1 : 500 000, получившая премию им. Хо Ши Мина. В тот же год вышла в свет на русском языке книга «Геология Северного Вьетнама», выпущенная позже (в 1971 г.) на вьетнамском языке в Ханое. Кроме того, была составлена первая Карта полезных ископаемых с оценкой состояния минеральных ресурсов Вьетнама. Руководителем работ был сотрудник Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского Алексей Евгеньевич Довжиков, одним из начальников отряда – Жамойда Александр Иванович (будущий директор ВСЕГЕИ). Многие вьетнамские геологи стали впоследствии видными деятелями, начальниками партий и экспедиций Геологической службы Вьетнама. Инженер Чан Дык Лыонг – начальник отряда № 5 в 1997 г. был избран Президентом СРВ. В 2004 г. за вклад в развитие геологии и минерально-сырьевой базы Вьетнама Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского был награжден *орденом Дружбы СРВ*.

**Второй этап** сотрудничества начался в 2012 г. с заключения Соглашения на выполнение научно-

исследовательских работ в области геологии и минерагении Вьетнама и Контракта «Оценка уранового потенциала Вьетнама» сроком на 5 лет. В результате работ составлен комплект из 18 различных карт масштаба 1 : 1 000 000 прогнозного назначения. Впервые подготовлены карты: регистрационная урановорудных объектов Вьетнама, радиоактивности, радиогеохимическая и прогнозно-минерагеническая на уран, проведено металлогеническое районирование, выделены две урановорудные провинции и 11 районов, а в их пределах – 20 перспективных площадей, для которых дана оценка прогнозных ресурсов урана.

Российские специалисты в период с 2013 по 2017 год принимали участие в пяти совместных полевых экспедициях по экспертной оценке урановых объектов в Северном, Центральном и Южном Вьетнаме. Составлены различные прогнозные на уран карты масштаба 1 : 200 000 с рекомендациями по дальнейшему изучению перспективных площадей. Выполнена количественная оценка уранового потенциала Вьетнама, которая включает подсчет запасов и прогнозных ресурсов урана (P<sub>3</sub>).

На **третьем этапе** (2017 г. – по настоящее время) заключено *Рамочное соглашение о сотрудничестве между Институтом Карпинского и GDGMV (General Department of Geology and Minerals of Vietnam)*, послужившее основой для проведения научно-исследовательских работ по ряду

коммерческих контрактов. По результатам работ составлен комплект литолого-фациальных разрезов и колонок скважин с отображением рудоконтролирующих геохимических барьеров эпигенетической окислительно-восстановительной зональности месторождения Па Ронг. Создана схематическая прогнозная на уран карта прогиба Нонг Шон, выделено восемь перспективных площадей для дальнейших работ, разработаны рекомендации по их проведению.

Продолжением в последующий период стали научно-исследовательские работы, выполненные Институтом Карпинского: «Подготовка сводной легенды к геологической карте и сводной легенды к карте полезных ископаемых и закономерностей их размещения масштаба 1 : 250 000 и прогноз скрытого оруденения и выделение перспективных площадей под поиски промышленных месторождений (Sb, Sn, W, Cu, Ni, Au) территории Северо-Западного Вьетнама (Тей Бак)».

В ноябре 2021 г. подписано «Совместное заявление о видении развития отношений всеобъемлющего стратегического партнерства между Российской Федерацией и Социалистической Республикой Вьетнам на период до 2030 года» [7].

**Методика.** Работы по данному контракту проводились в соответствии с Методическим руководством по составлению и подготовке к изданию Госгеолкарты-200 (версия 1.4) [3], разработанного в Институте Карпинского, одобренного и рекомендованного к утверждению НРС Роснедра РФ, и сборником «Методические основы составления прогнозно-металлогенических карт масштаба 1 : 200 000 рудных и потенциально рудных районов» [2].

Результаты исследований по всем научно-исследовательским работам утверждены и приняты к использованию на всех стадиях геологоразведочных и прогнозно-металлогенических работ на территории Вьетнама.

**Результаты работ.** Основные региональные тектонические структуры территории Вьетнама связаны с Катазиатской каледонской складчатой системой, активизированной частью Южно-Китайской платформы, Восточно-Индокитайской (Северо-Вьетнамской) складчатой системой, Индосинийским континентальным массивом, Западно-Индокитайской герцинско-киммерийской складчатой системой, рифтогенными структурами мезозоя и кайнозоя. Их становление и развитие в значительной мере определили металлогенический облик всего Вьетнама и Северного Вьетнама в частности.

Металлогения Северного Вьетнама определяется широким набором разных по масштабам месторождений золота и сурьмы (золото-сульфидно-кварцевых, золото-сульфидных, золото-сурьмяных, типа «Карлин» и россыпных), олова и вольфрама (грейзеновых, скарново-грейзеновых, россыпных), крупными месторождениями меди и никеля, хрома с платиноидами в связи с мафит-ультрамафитовым магматизмом. Формирование этих месторождений связано в основном с тремя эпохами тектоно-маг-

матической активизации: индосинийской (Р–Т), яньшанской (J–K) и кайнозойской [5].

Следует отметить, что практически все перечисленные рудные объекты, входящие в состав рудных и потенциально рудных районов и узлов, имеют свое продолжение в юго-восточных структурах Китая. Месторождения золота и сопутствующих ему металлов являются частью провинции так называемого Золотого треугольника Юго-Восточной Китая; месторождения меди и никеля с хромом и платиноидами, связанные с ультрамафитовыми интрузиями рифтогенных структур, входят в состав юго-западных и юго-восточных флангов Эмейшанской рудоносной позднепермской–ранне-триасовой трапповой провинции Китая [5].

По результатам исследований металлогении рудных объектов территории Северного Вьетнама специалистами Института Карпинского составлена Схема металлогенического районирования территории Тей Бак; выделена одна металлогеническая область, 34 рудных и потенциально рудных районов и узлов (рис. 1). Источником сведений являются изданные геологические карты Вьетнама с рудной нагрузкой масштаба 1 : 200 000, обобщающая монография по геологии и полезным ископаемым Вьетнама, отчеты Геологической экспедиции по радиоактивным и редким металлам Вьетнама, публикации специалистов Института геологии Национального центра естественных наук и технологий СРВ, Института геологии, геофизики и минералогии СО РАН (Новосибирск) и Института Карпинского (Санкт-Петербург). Полный список приведен в разд. «Литература».

**Золото.** Золото-сурьмяная (As, Hg) – полиметаллическая рудная область Вьет Бак (1) включает два Au-Sb района и три полиметаллических рудных узла (рис. 1).

Распределение золотого и сурьмяного оруденения носит явно выраженный узловый характер [1]. Отчетливо выделяются рудные узлы, в которых пространственно совмещено несколько типов гидротермального оруденения: Лангвай (Au-As, Au-Sb, Sb, Sb-Hg), Ланг Кан (Sb, Sb-Hg, Au-Hg, Au-Sb), На Пай (Au-As, Sb, Sb-Hg) и др.

Отмечается эндогенная зональность в размещении различных типов оруденения. Так, в рудном узле Лангвай в центральной части локализовано золото-сульфидно-кварцевое (Au-As) и золото-сурьмяное, по его периферии – сурьмяное и сурьмяно-ртутное оруденение. В рудном узле Ланг Кан – Ан Бинь в пределах протяженной (около 7 км) рудоносной зоны устанавливается постепенная смена сурьмяного антимонитового оруденения на ртутно-сурьмяное и далее на существенно ртутное (киноварное). Сурьмяное и золото-сурьмяное оруденение в контурах рудных узлов часто пространственно обособлены от золото-сульфидно-кварцевого, что свидетельствует о различном возрасте их образования.

Рудные Au-Sb объекты локализованы в ядерных частях брахиантиклинальных структур, выполненных раннедевонскими терригенно-карбонатными отложениями свиты Пиа Фуонг. Верхняя часть

свиты сложена серицит-кварцевыми сланцами, кремнями, кремнистыми сланцами с горизонтами и линзами риолитов и кварцевых порфиров и прослоями окремнелых известняков. Именно эти особенности послужили благоприятной средой для формирования Au-Sb (Hg) оруденения с локализацией в зонах березитизации и джаспероидного типа – зоны тектонического дробления и интенсивного окремнения.

В восточной части территории в пределах золото-сурьмяной рудной области Вьет Бак

окремненные известняки и сланцы девона являются благоприятной средой для образования Au-Sb минерализации, вмещают месторождения Au-Sb кварцево-жильного и джаспероидного типа и являются в свою очередь источником россыпного золота. В экзоконтактах и над погребенными массивами гранитоидов комплекса *Нган Сон* в породах рамы развиты рудоносные метасоматиты (по типу березитов) с аналогичной минерализацией.

В качестве типового примера приведен золото-сурьмяный рудный район Чием Хоа, включающий

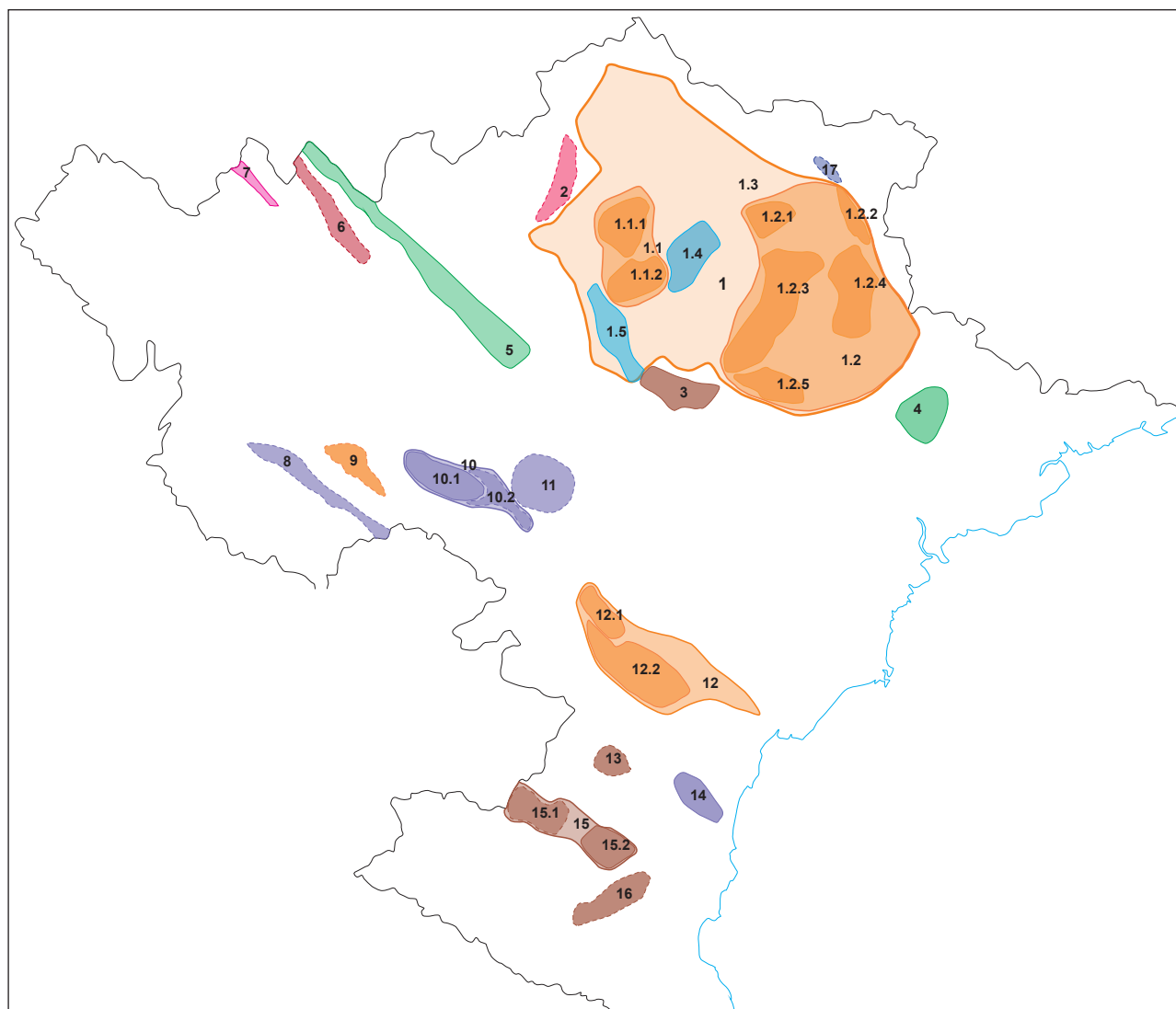


Рис. 1. Схема минерагенического районирования территории Тей Бак. Масштаб 1 : 2 000 000

**1** – золото-сурьмя-полиметаллическая рудная область Вьет Бак: **1.1** – золото-сурьмяный рудный район Чием Хоа, **1.1.1** – золото-сурьмяный рудный узел Ланг Кан, **1.1.2** – золото-сурьмяный рудный узел Ланг Вай, **1.2** – золото-сурьмяный рудный район Шонг Хиен, **1.2.1** – золото-полиметаллический рудный узел Пак Ланг, **1.2.2** – сурьмяный рудный узел На Куанг, **1.2.3** – золото-сурьмяно-полиметаллический рудный узел Ланг Хит – На Ри, **1.2.4** – золото-сурьмяно-ртутный рудный узел На Пай, **1.2.5** – золоторудный узел Ван Хан, **1.3** – олово-вольфрам-полиметаллический рудный узел Пиа Оак, **1.4** – полиметаллический рудный узел Чо Дьен – Чо Дон, **1.5** – полиметаллический рудный узел Туен Зянг; **2** – вольфрам-олово-золото потенциально рудный узел Шонг Чай; **3** – вольфрам-оловорудный узел Там Зао; **4** – меднорудный узел (Au) Бьен Зонг; **5** – медь-золото-редкоземельная рудоносная зона Синкуен; **6** – потенциально рудная зона Мюонг Хум; **7** – редкоземельно-редкометаллическая (уран-ториевая) рудная зона Намсе; **8** – медно-никелевая потенциально рудная зона; **9** – потенциально золоторудный узел Май Шонг; **10** – медно-никелевый рудный район Бан Фук: **10.1** – медно-никелевый рудный узел Бан Фук, **10.2** – медный потенциально рудный узел Суои Бао; **11** – медно-никелевый потенциально рудный узел Иен Чау; **12** – золото-сурьмяный рудный район Шонгма: **12.1** – золоторудный узел Лан Нео, **12.2** – золото-сурьмяный рудный узел Нам Шон; **13** – потенциально оловорудный (бериллиеносный) узел Чуонг Ксуан; **14** – никель-хромовый рудный узел Нуи Ньиа; **15** – оловорудный район Бан Чиенг: **15.1** – потенциально оловорудный узел Бан Чиенг, **15.2** – оловорудный узел Куи Хоп; **16** – потенциально оловорудный узел Ланг Зонг; **17** – медно-никелевый потенциально рудный узел Као Банг

два рудных узла (рис. 2), относимых к золото-сульфидно-кварцевой формации.

В центральной части района вскрыты небольшие фрагменты позднедевонских биотитовых и двуслюдяных плагиогранитов комплекса Нган Сон – части слабо эродированного (невскрытого) крупного гранитного плутона, обусловившего теплогенерацию, флюидопоток, проявление гидротермально-метасоматических процессов с формированием рудных и рудоносных зон. Граниты прорывают куполообразную структуру, сложенную девонскими отложениями. В центре развиты кварц-серицитовые и кремнистые сланцы с горизонтами риолитов, альбитофиринов и их туфов ( $D_{1pp1}$ ). К периферии структуры они сменяются глинистыми и известковистыми сланцами ( $D_{2ml1}$ ) и далее песчаниками, известняками, глинистыми сланцами ее верхней подсвиты.

В тектоно-метасоматических зонах среди отложений свиты Пиа Фуонг локализована серия средних и малых по запасам золотых и золото-сурьмяных месторождений (Ланг Вай, Кхуонг Кхуонг, Дам Хонг, Хуон Фук и др.) и рудопроявлений.

Наиболее крупное месторождение *Ланг Вай* образовано пятью рудными зонами протяженностью 500–1400 м, шириной 100–600 м, вмещающих 32 золото-сурьмяных рудных тела жильной формы длиной 80–560 м, шириной 0,3–7,0 м. Рудные минералы представлены арсенопиритом, пиритом, антимонитом, сфалеритом, халькопиритом, сульфосолями и самородным золотом. Руды локализованы в минерализованных зонах дробления и сопровождаются кварц-карбонатными жилами с антимонитом. Околожильные изменения относятся к березитовому типу метасоматитов. Возраст их определен по серициту методом Ar-Ar и составил 240 млн лет [1]. Содержание Au колеблется в пределах от 1 до 19 г/т; Sb – 0–12%; As – 0–30,55%. Суммарные ресурсы категорий  $P_1 + P_2$ : 9,12 т – Au, 99,95 т – Ag, 78,194 т – Sb, 132,170 т – As.

В прогибах Ан Чау и Шон Хиен в пределах рифтогенных структур гидротермально измененные кислые эффузивы свиты *Шонг Хиен* вмещают кварцево-жильное с сульфидами Au-Sb оруденение. В этом же районе в структурах горстового

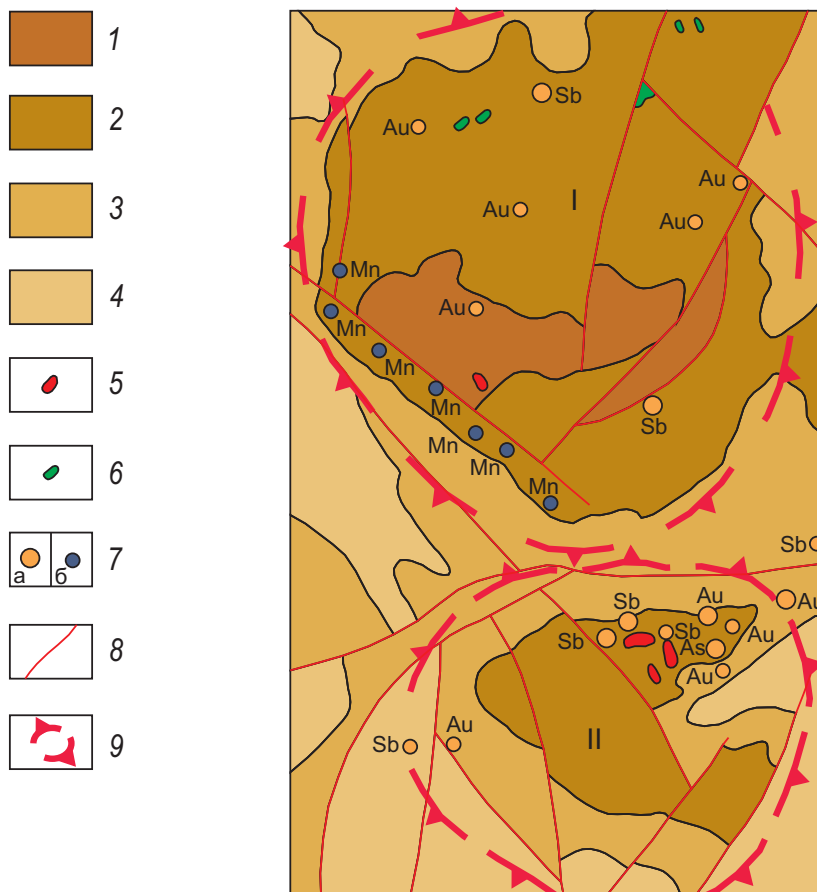


Рис. 2. Золото-сурьмяный рудный район Чием Хоа с рудными узлами Ланг Вай и Ланг Кан. Масштаб 1 : 200 000

1, 2 – свита Фиа Фуонг ( $D_{1pp}$ ): 1 – нижняя подсвита, черные битуминозные глинистые сланцы, филлиты, доломиты, 2 – верхняя подсвита, кварц-серицитовые сланцы, риолиты, альбитофиры, кремнистые сланцы марганценозные; 3, 4 – свита Миа Ле ( $D_{2ml}$ ): 3 – нижняя подсвита, глинистые сланцы, мергели, известняки, кремнистые аргиллиты, 4 – верхняя подсвита, песчаники, известняки, филлиты; 5 – биотитовые и двуслюдяные граниты, плагиограниты комплекса Нган Шон ( $\gamma D_{2,ns-?}$ ); 6 – габбродиабазы ( $\nu Pz_2$ ); 7 – месторождения и проявления: а – Au, Sb, As; б – Mn; 8 – разломы; 9 – интрузивно-купольные структуры, соответствующие рудным узлам: I – Ланг Вай, II – Ланг Кан

типа тектонизированные и кремненые породы кембрийской свиты *Чан Шон* содержат Au-Sb (Hg) оруденение кварцево-жильного и джаспероидного типов.

В блоке Западный Бак Бо среди горстового выступа гидротермально измененные кварц-серицитовые сланцы, песчаники, известняки свиты *Хам Ронг* раннего палеозоя, прорванные дайками кислого состава, вмещают Au оруденение; в бортовой части горста терригенно-карбонатные отложения триаса являются благоприятной средой для локализации Au-Sb рудной минерализации.

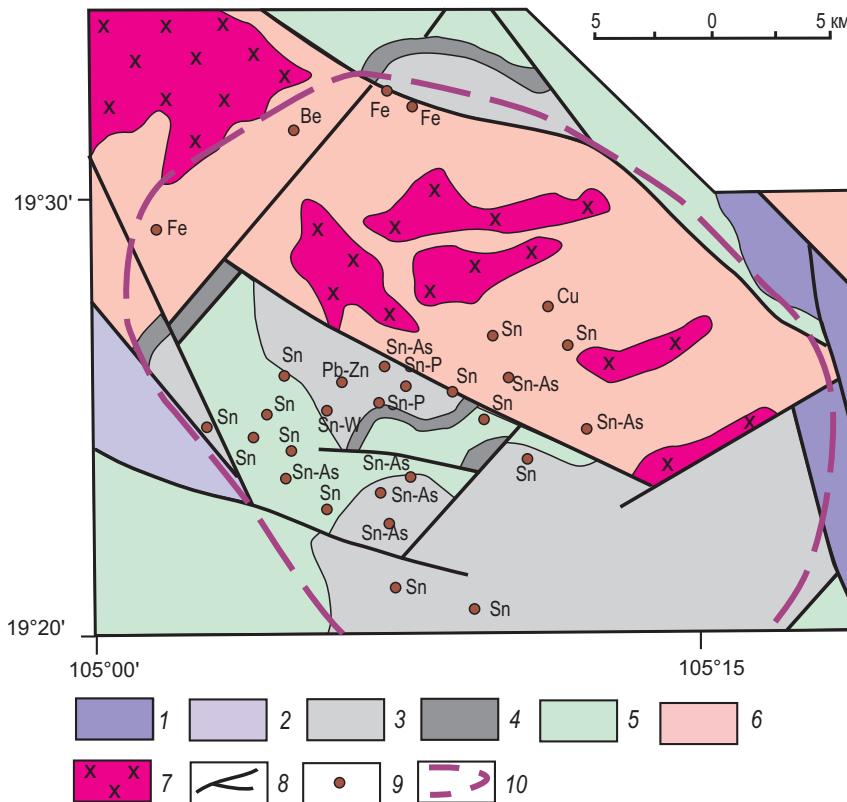
**Олово.** Ресурсы оловянных руд достаточно велики; они представлены двумя типами: россыпные и первичные. Из множества разведанных россыпей эксплуатируются 194. Они являются основными объектами добычи олова. Оловоносные россыпи аллювиального и делювиального происхождения. Содержащие россыпи долины имеют, как правило, сложную морфологию; основная часть состоит из карстовых долин, где рудоносное песчаное дно имеет переменную глубину, достигая 40 м. Почти все россыпные месторождения характеризуются благоприятными условиями ведения горных работ. Некоторые из них залегают на рисовых полях, поэтому их эксплуатация затруднена.

Содержание касситерита в россыпях варьирует от 200 до 400 г/м<sup>3</sup>, в среднем более 273 г/м<sup>3</sup>. Предполагаемые ресурсы/запасы составляют около 87 000 т SnO<sub>2</sub> [4; 6].

*Первичные оловянные руды* подставлены касситерит-вольфрам-кварцевым типом в грейзеновых жилах и жильных зонах. Оловянные руды часто содержат вольфрамит, танталит, колумбит, висмут и др. Содержание Sn в первичных рудах более 0,3%. Прогнозные и предполагаемые запасы первичных руд составляют около 128 000 т Sn [8]. Большая часть месторождений и проявлений их слабо изучена, а запасы не оценены. Тела первичных руд всегда небольших размеров и характеризуются сложными условиями горных работ.

*Потенциально оловорудный узел Куи Хоп.* Наиболее важное месторождение олова – Куи Хоп, запасы которого оцениваются в 36 т россыпного и около 50 т коренного олова (рис. 3).

В центральной и южной частях горстового выступа среди метаморфических образований вблизи гранитоидных массивов комплекса Дай Лок локализованы гидротермальные кварцево-жильные проявления оловянной и олово-сульфидной (с мышьяком) минерализации; на северо-западе – единичные проявления бериллиеносных пегматитов.



**Рис. 3. Потенциально оловорудный узел Куи Хоп**

1 – свита Зонг До (T<sub>2</sub>) – песчаники, алевриты, углистые сланцы; 2 – Зонг Чау (T<sub>1</sub>) – вулканогенно-осадочные отложения с вулканитами кислого состава; 3 – свита Бак Шон (C–P) – известняки, мраморизованные известняки; 4 – свита Ла Кхе (C<sub>1</sub>) – серицитовые, кремнистые и углистые сланцы; 5 – свита Шонг Са (O–S) – кварц-серицитовые, кремнистые и углистые сланцы, в основании гранатсодержащие сланцы и кварциты; 6 – свита Бу Чанг (PR<sub>2</sub>) – плагиогнейсы, двуслюдяные сланцы, кварциты, линзы кальцифиров и мраморов; 7 – комплекс Дай Лок (D<sub>1</sub>) – гнейсо-плагиограниты, граносиениты; 8 – разломы; 9 – рудопроявления и пункты минерализации (Sn, Pb-Zn, As, Fe, Be); 10 – контур потенциально рудного узла

К юго-западу от тектонического ограничения метаморфических пород среди метасоматически измененных терригенно-сланцевых и карбонатных отложений ордовика–силура и карбона выявлены многочисленные проявления гидротермальной жильной оловянной и олово-сульфидной минерализации и сопряженные с ними проявления рудного олова.

Кроме того, малые месторождения и проявления олова в различных геологических обстановках достаточно широко развиты в пределах Северного Вьетнама. Грейзенизированные граниты комплекса *Бан Чиенг* содержат касситеритовую минерализацию и являются источниками россыпного олова. Гидротермально измененные карбонатные породы свиты *Бак Шон* вмещают проявления олова кварцево-жильного и скарнового типов в экзоконтактах и надынрузивных зонах гранитов комплекса *Бан Чиенг*. В метаморфических образованиях свиты *Бу Чанг* вблизи гранитоидных массивов комплекса *Дай Лок* локализованы гидротер-

мальные кварцево-жильные проявления олова и олово-сульфидной минерализации.

Среди метасоматически преобразованных терригенно-сланцевых и карбонатных отложений свиты Шонг Са выявлены многочисленные проявления гидротермальной жильной оловянной и олово-сульфидной минерализации и сопряженные с ними проявления рудного олова россыпного типа. Метасоматически преобразованные карбонатные породы свиты *Ан Лу* в экзоконтактной зоне гранитного массива Шонг Чай содержат Sn-W (Ау-полиметаллическое) оруденение грейзенового и скарнового типов. Грейзеновые месторождения Пиа Оак с запасами около 23 тыс. т и Там Да с запасами россыпного олова 14 тыс. т и коренного – 15 тыс. т [4].

Общие запасы олова Вьетнама составляют 155 тыс. т, подтвержденные запасы – 73 тыс. т; практически все они связаны с россыпями. По современным оценкам, во Вьетнаме ежегодно добывается около 3,5 тыс. т олова в промышленных

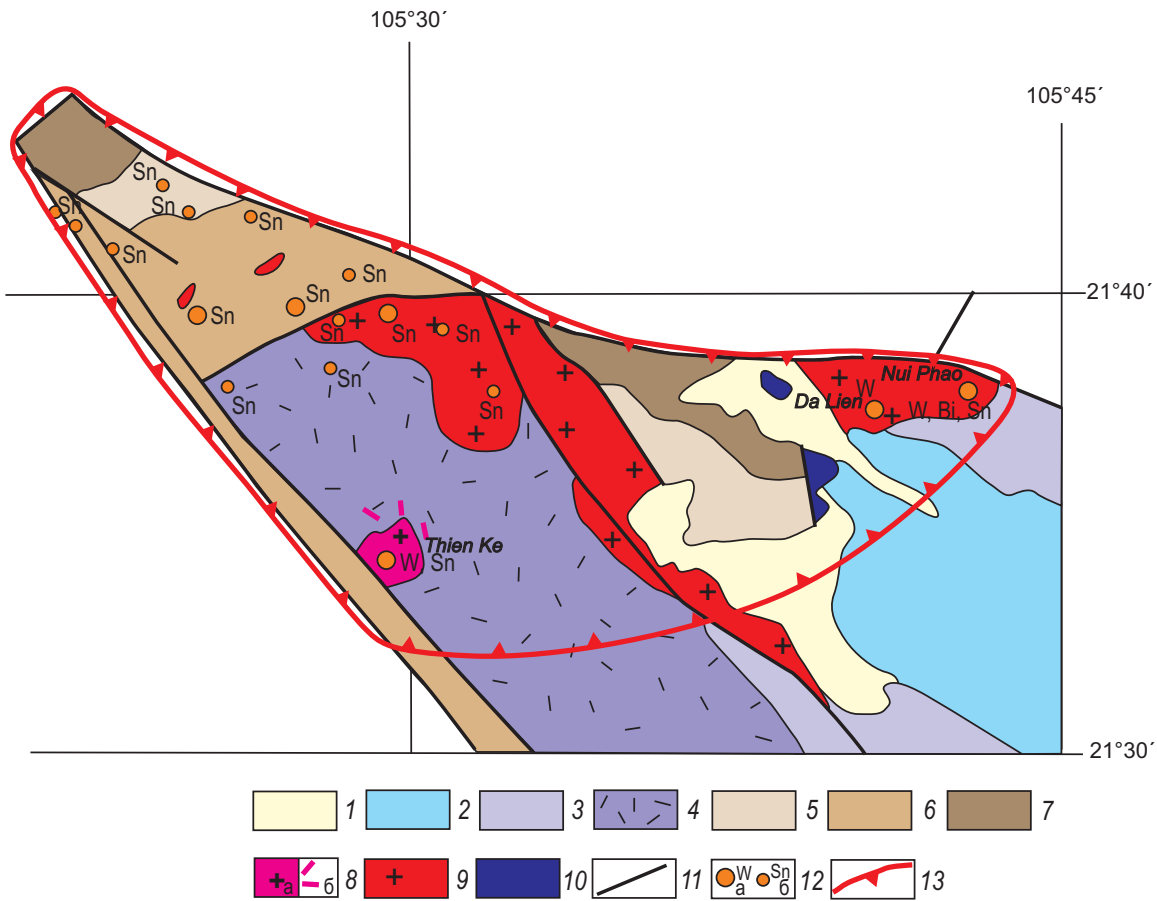


Рис. 4. Олово-вольфрамовый рудный узел Там Зао

1 – грубозернистые и песчано-глинистые рыхлые отложения четвертичного возраста; 2 – свита Ха Кой ( $J_{1-2}hc$ ): в основании конгломераты, выше – песчаники, глинистые сланцы; 3 – свита На Хуат ( $T_2nk$ ): глинистые сланцы, песчаники, мергели, известняки; 4 – свита Шонг Хиен ( $T_1sh$ ): дацитовые порфиры, риолиты и их туфы; 5 – свита Миа Ле ( $D_1ml$ ): слюдяные сланцы, песчаники, известняки; 6 – свита Фиа Фуонг ( $D_1pp$ ): слюдяные сланцы, песчаники, мраморизованные известняки; 7 – свита Шонг Сау ( $D_1sc$ ): конгломераты, кварцевые песчаники, глинистые сланцы, доломиты; 8 – комплекс Пиа Оак ( $\gamma K_2po$ ): биотитовые и двуслюдяные граниты, граносиениты (а), дайки аплитов (б); 9 – комплекс Нуи Дьен ( $\gamma T_2nnc$ ): гранофиоровые и порфирировидные граниты; 10 – комплекс Нуи Чуа ( $\gamma T_2nnc$ ): габбро, пироксеновые габбро; 11 – разломы; 12 – месторождения (а), рудопроявления (б) олова (Sn), вольфрама (W); 13 – граница потенциально рудного узла

концентратах. Добычу ведут компании государственной Vietnam National Minerals Corp.

**Вольфрам.** Олово-вольфрамовый рудный узел Там Зао расположен в юго-западном замыкании триасового прогиба Ан Чау в пределах тектонически напряженной и насыщенной кислыми магматическими продуктами вулканических и интрузивных комплексов триасового тектоно-магматического этапа активизации (рис. 4).

Оловорудные проявления россыпного и жильного типов сосредоточены в раннедевонских отложениях северо-западной части узла. Кварцево-жильные проявления оловянного и вольфрамового оруденения размещаются среди грейзенизированных гранитов комплексов Нуи Дьен и Пиа Оак.

Месторождение Тиен Ке локализовано в грейзенизированных лейкократовых двуслюдяных гранитах комплекса Пиа Оак и представлено кварцевольфрамитовыми рудными телами. Главные рудные минералы – вольфрамит, в меньшей степени касситерит, халькопирит, магнетит, пирит, висмутин, пирротин и арсенопирит. Нерудным минералом является кварц. Содержание  $WO_3$  – 0,1–3,1%. Рудные тела имеют небольшие размеры. Доказанные запасы – около 2800 т  $WO_3$  [8].

В восточной части узла расположено крупное месторождение вольфрама, флюорита, меди, вис-

мута и золота Нуи Пао. Оно относится к скарн-шеелит-сульфидному типу со средним содержанием  $W$  – 0,21%,  $Bi$  – 0,09%,  $Cu$  – 0,19%, флюорита – 8,46%. Промышленные рудные тела представлены сочетанием фельдшпатолитовых и грейзенизированных пород с кварц-шеелитовой и сульфидной минерализацией, лежащих поверх скарнированных пород в экзо- и эндоконтактной зоне двуслюдяных гранитов массива поздне мелового возраста.

Главное рудное тело прослежено на 2 км при ширине 100–200 м и мощности до 160 м. Рудносные породы представлены переслаивающимися пироксеновыми скарнами (с гранатом), амфибол-биотитовыми скарнами, роговиками, мраморами и магнетитовыми скарнами. Скарнированные породы грейзенизированы. Рудные минералы – шеелит, флюорит, халькопирит, самородный висмут, некоторое количество вольфрамит, висмутина, самородного золота.

Ресурсы/запасы месторождения оценены в 110,2 млн т руды, содержащей 227 500 т  $WO_3$ , 8,5 млн т  $CaF_2$ , 191 800 т  $Cu$ , 20,8 т  $Au$  и 107 000 т  $Bi$  [8].

**Медь.** Меднорудные месторождения во Вьетнаме представлены следующими типами: медные руды в метасоматических зонах докембрий-

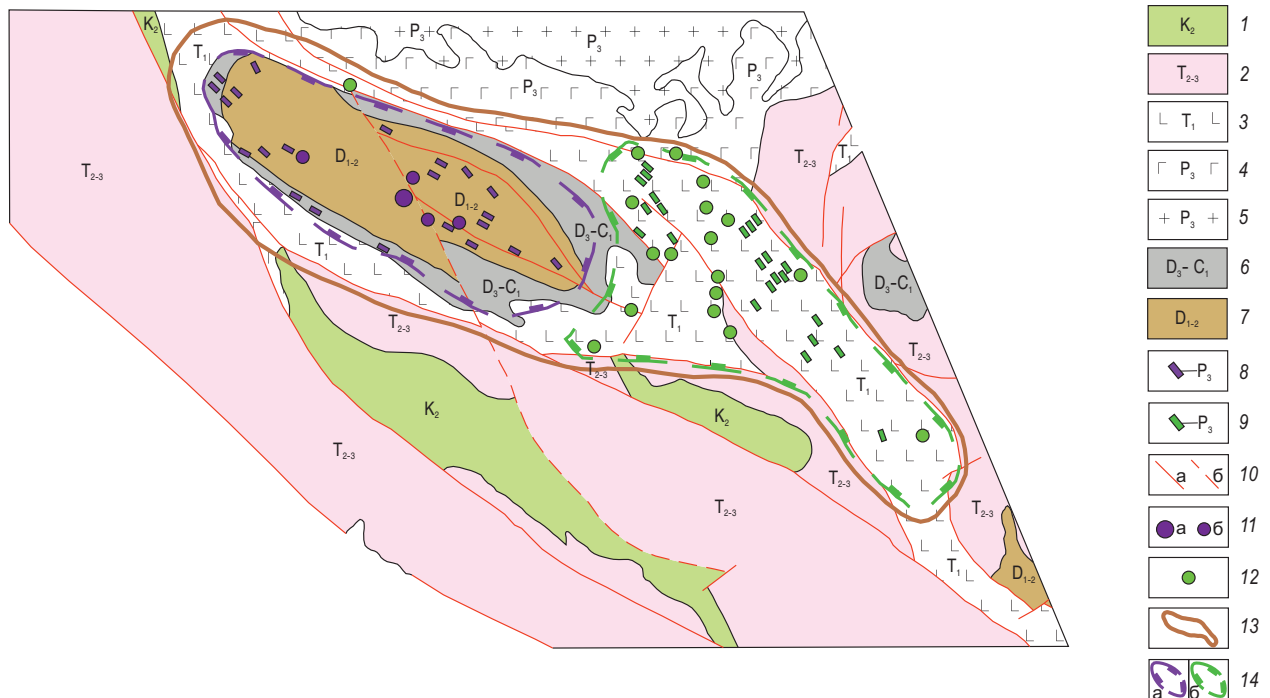


Рис. 5. Платинометалльно-медно-никелевый рудный район Бан Фук. Масштаб 1 : 200 000

1 – свита Иен Чау ( $K_2$ ) – полимиктовые конгломераты, песчаники, алевролиты; 2 – объединенные свиты Зонг Гяо, Нам Му, Мюонг Чау ( $T_{2-3}$ ) – терригенно-карбонатные отложения; 3 – свита Вьен Нам ( $T_1$ ) – коматиит-базальтовые вулканы; 4 – свита Суои Бе ( $P_3$ ) – плагиобазальты, андезитобазальты, трахиандезиты и их туфы; 5 – комплекс Ту Ле ( $P_3$ ) – лейкогранит-риолитовые вулканогенно-интрузивные образования; 6 – нерасчлененные карбонатные и терригенно-сланцевые отложения позднего девона – раннего карбона (свиты Да Ньенг, Бан Кай); 7 – свита Нам Сап ( $D_{1-2}$ ) – филлиты, серицит-хлоритовые сланцы, кварцевые песчаники; 8 – комплекс Бан Ксанг ( $P_3$ ) – штоки и дайки перидотит-пироксенит-дунитового состава с медно-никелевым оруденением; 9 – комплекс Ба Ви ( $P_3$ ) – штоки и дайки габбро-перидотитов, габбро, габбродолеритов; 10 – разломы; 11 – месторождение Бан Фук (а) и проявления (б) медно-никелевого оруденения; 12 – рудопроявления меди колчеданного типа; 13 – граница рудного района; 14 – границы медно-никелевого рудного узла Бан Фук (а) и потенциально меднорудного узла Суои Бао (б)

ских метаморфических пород, жильные медные руды в позднепермских вулканитах, медно-никелевые руды в основных–ультраосновных интрузивных массивах, медные руды в кембрийских зеленых сланцах и серицитовых сланцах.

**Медные руды в метасоматитах зон разломов** имеют наибольшее значение, распространены в докембрийских метаморфических породах. Месторождение *Син Куен* самое крупное на территории Вьетнама включает 17 рудных тел в форме линз и систем жил наибольшей мощностью 13 м. Рудоносные жилы локализованы в обширной зоне катаклаза интенсивно измененных вмещающих пород. Типичные рудные минералы: халькопирит, пирротин, магнетит и ортит. Среднее содержание Cu в руде 1,03%, Au – 0,5 г/т. Вместе с ними извлекаются Ag, Co и Mo. Суммарные ресурсы меди оценены в 551 000 т, запасы руды составляют около 91,5 млн т [6].

**Медные руды, локализованные в основных вулканитах**, имеют характер одиночных жил наибольшей мощностью 2–3 м, длиной до 300 м, с крутым залеганием. Минеральный состав рудных жил включает кварц, пирит, халькопирит и халькозин; наибольшее содержание меди – 10%. В зонах окисления развиты куприт, самородная медь, малахит. Эти образования имеют небольшие размеры, запасы их достигают 10–20 тыс. т меди; условия добычи, как правило, неблагоприятны.

**Никель, кобальт.** Никелевые и кобальтовые руды во Вьетнаме редки; они обнаружены и разведаны на месторождении Бан Фук (рис. 5) и на рудопроявлениях сходного состава, распространенных в прилегающих районах.

Месторождение Бан Фук локализовано в термальной купольной структуре антиклинали Та Кхоа. Метаморфизованные песчаниково-сланцевые отложения свиты Нам Сап содержат большое количество малых интрузивных тел перидотит-пироксенит-дунитового состава комплекса Бан Ксанг с медно-никелевым оруденением. Никелево-медные руды связаны с ультраосновными интрузивами верхнего палеозоя. Главными минералами в составе руд являются пирротин, халькопирит, пентландит, магнетит ликвационно-магматического происхождения; среднее содержание (%): Ni = 6,42; Cu = 1,63; Co = 0,02–0,204; Pt = 0,12 г/т. Месторождение Бан Фук эксплуатируется, на нем было добыто 119 000 т никеля, 40 900 т меди и 3400 т кобальта [6; 8; 9]. Ресурсы расположенных вблизи рудопроявлений могут быть увеличены.

**Хром.** Рудный узел хромитовых руд Нуи Нуа [9], расположенный в пределах южного окончания сутуры Шонгма, вмещает крупнейшее в Юго-Восточной Азии месторождение хромитов Тханьхоа (Thanh Hoa), приуроченное к массиву Нуи Нуа (Nui Nua) протяженностью до 16 км при ширине 5 км (рис. 6).

Узел содержит два типа руд: магматические залежи и связанные с ними россыпи. Магматогенные руды образуют ленточные тела, линзы и гнезда в гарцбургитах, дунитах и пироксенитах массива. Руды состоят из хромита и хромпикотита

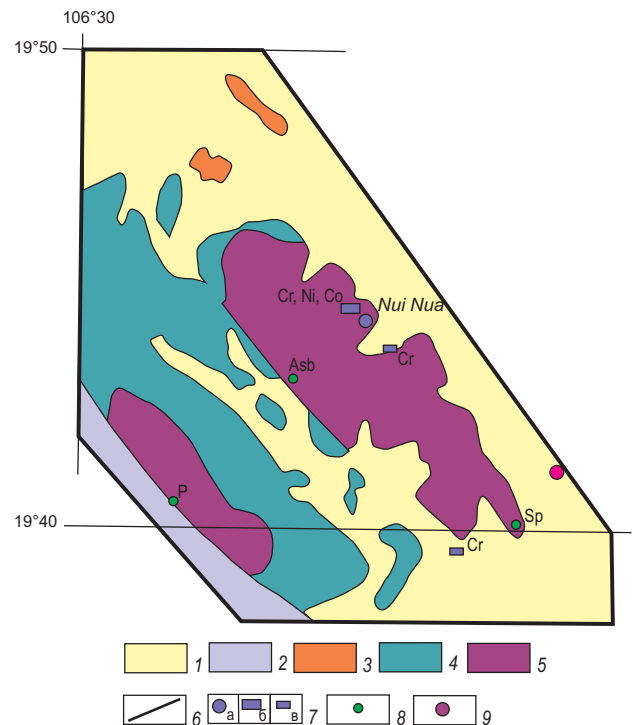
и содержат Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 44,3–51,9%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 12,9–23,9%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 10–14,4%, Ni – 0,5%, примеси марганца, платиноидов. В продуктах выветривания ультраосновных пород никелевое оруденение присутствует в форме минералов гарниерита и нонтронита [8].

Промышленные россыпи Тханьхоа образовались в результате размыва ультрабазитов у северо-восточной оконечности хромитоносного массива Нуи Нуа. Хромитосодержащие отложения мощностью от первых метров до 35 м состоят из гальки и гравия ультраосновных пород, песка, глины, зерен хромита и оксидов железа. Содержание хромита в россыпях – 1,8–4,9 кг/м<sup>3</sup>. Кроме хромита, эти россыпи содержат минералы Ni, Co, Ti.

Две россыпи месторождения разрабатываются компанией Thai Nguyen Nonferrous Metal Co. (государственная корпорация Vietnam National Minerals Corp. – VIMICO). Производственная мощность – 100 тыс. т товарной хромовой руды в год.

**Заключение.** В результате научно-исследовательских работ по условиям Рамочного соглашения между Институтом Карпинского и GDGMV выполнен ряд следующих задач:

– разработана методика составления Карты полезных ископаемых и закономерностей их раз-



**Рис. 6. Никель-хромовый рудный узел Нуи Нуа**

1 – рыхлые отложения четвертичного возраста; 2 – свита Зонг Чау (T<sub>2</sub>) – известковые сланцы, глинистые известняки; 3 – свита Иен Дуает (P<sub>2</sub>) – серицитовые сланцы, песчаники, углистые сланцы, угли; 4 – свита Сонг Ма (C<sub>2</sub>) – метаморфизованные песчаники, сланцы; 5 – комплекс Нуи Нуа (σPZ<sub>1</sub>) – дуниты, гарцбургиты, серпентиниты; 6 – разломы; 7 – месторождения и проявления Cr и Ni: магматические (а), россыпи: месторождения (б), проявления (в); 8 – проявления асбеста (asb), серпентина (sp), фосфоритов (P); 9 – скважина, вскрывшая ультраосновные породы

мещения масштаба 1 : 250 000 и легенды к ней – на основе используемых в Институте Карпинского Методического руководства по составлению и подготовке к изданию Госгеолкарты-200 [3] и Методических основ составления прогнозно-металлогенических карт масштаба 1 : 200 000 рудных и потенциально рудных районов [2];

– создан макет Карты металлогенического районирования и легенда к ней с характеристикой последовательности и соподчиненности металлогенических таксонов;

– выполнено металлогеническое районирование с выделением прогнозных площадей под поиски промышленных месторождений (Sb, Sn, W, Cu, Ni, Au) и определением их перспективности на территорию Северо-Западного Вьетнама (Тей Бак). Даны рекомендации по дальнейшему направлению работ.

Полученные сведения по геологии и металлогении территории Тей Бак (Северный Вьетнам) с учетом рассмотренных принципов методики составления комплекта карт масштаба 1 : 250 000 – 1 : 500 000, выделения и характеристик металлогенических области, районов и узлов (на Au, Sb, Cr, Ni, W, Sn) могут рассматриваться в качестве основополагающих при продолжении прогнозно-металлогенических работ в Северном Вьетнаме.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возрастные рубежи формирования золотого, сурьмяного и сурьмяно-ртутного оруденения Северного Вьетнама / А. С. Борисенко, Чанг Чонг Хоа, П. А. Неволько, Нго Тхи Фыонг и др. // Известия СО Секции наук о Земле РАЕН. – 2008. – № 7 (33). – С. 42–49.
2. Методические основы составления прогнозно-металлогенических карт масштаба 1 : 200 000 рудных и потенциально рудных районов. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 1999.
3. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию Госгеолкарты-200 (версия 1.4). – СПб. : ВСЕГЕИ, 2019.
4. Минеральные ресурсы олова и связанных с ним элементов Вьетнама / Зыонг Дык Кiem и др. – Ха Ной, 1995.
5. Пермо-триасовый магматизм и металлогения Северного Вьетнама в связи с эмейшанским плюмом /

Чан Чонг Хоа, А. Э. Изох, Г. В. Поляков и др. // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 48, № 7. – С. 637–651.

6. Природные ресурсы и полезные ископаемые Вьетнама / Чан Ван Чи и др. – Ха Ной, 2000.

7. Совместное заявление о видении развития отношений всеобъемлющего стратегического партнерства между Российской Федерацией и Социалистической Республикой Вьетнам на период до 2030 года [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: <http://www.kremlin.ru/supplement/5742> (дата обращения: 30.11.2021).

8. Atlas of mineral resources of the ESCAP region // Viet Nam: explanatory brochure. – 1990. – Vol. 6. – 124 p.

9. Geology and Earth Resources of Viet Nam / ed. by Tran Van Tri. – Ha Noi : Publishing House for Science and Technology, 2011.

#### REFERENCES

1. Borisenko A. S., Chang Chong Khoa, Nevol'ko P. A., Ngo Tkhi Fyong et al. Vozrastnye rubezhi formirovaniya zolotogo, sur'myanogo i sur'myano-rtutnogo orudneniya Severnogo V'etnama. *Izvestiya SO Sektsii nauk o Zemle RAEN*, 2008, no. 7 (33), pp. 42–49.
2. Metodicheskie osnovy sostavljeniya prognozno-metallogenicheskikh kart masshtaba 1 : 200 000 rudnykh i potentsial'no rudnykh rayonov. St. Petersburg, Izd-vo VSEGEI, 1999.
3. Metodicheskoe rukovodstvo po sostavljeniyu i podgotovke k izdaniyu Gosgeolkarty-200 (versiya 1.4). St. Petersburg, VSEGEI, 2019.
4. Zyong Dyk Kiem et al. Mineral'nye resursy olova i svyazannykh s nim elementov V'etnama. Kha Noy, 1995.
5. Chan Chong Khoa, Izokh A. E., Polyakov G. V. et al. Permo-triasovyy magmatizm i metallogeniya Severnogo V'etnama v svyazi s emeyshan'skim plyumom. *Geologiya i geofizika*, 2008, vol. 48, no. 7, pp. 637–651.
6. Chan Van Chi et al. Prirodnye resursy i poleznye iskopaemye V'etnama. Kha Noy, 2000.
7. Sovmestnoe zayavlenie o videnii razvitiya otnosheniy vseob"emlyushchego strategicheskogo partnerstva mezhdru Rossiyskoy Federatsiyey i Sotsialisticheskoy Respublikoy V'etnam na period do 2030 goda [Elektronnyy resurs]. *Prezident Rossii*. URL: <http://www.kremlin.ru/supplement/5742> (30.11.2021).
8. Atlas of mineral resources of the ESCAP region. *Viet Nam: explanatory brochure*, 1990, vol. 6, 124 p.
9. Geology and Earth Resources of Viet Nam. Ed. by Tran Van Tri. Ha Noi, Publishing House for Science and Technology, 2011.

Миронов Юрий Борисович – доктор геол.-минерал. наук, зав. отделом. <Yuri\_Mironov@vsegei.ru>

Фукс Владимир Зиновьевич – вед. специалист. <Vladimir\_Fuks@vsegei.ru>

Ткаченко Максим Александрович – канд. геол.-минерал. наук, первый зам. ген. директора.

<Maxim\_Tkachenko@vsegei.ru>

Леонтьев Василий Иванович – канд. геол.-минерал. наук, зам. директора Центра МПИ. <Vasily\_Leontiev@vsegei.ru>

Mironov Yuriy Borisovich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of Department. <Yuri\_Mironov@vsegei.ru>

Fuks Vladimir Zinovevich – Leading Expert. <Vladimir\_Fuks@vsegei.ru>

Tkachenko Maksim Aleksandrovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Director General.

<Maxim\_Tkachenko@vsegei.ru>

Leontiev Vasily Ivanovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Director of the MPI Center

<Vasily\_Leontiev@vsegei.ru>

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

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