

сухомолотого, сыромолотого, дробленого и для производства минеральных порошков для подкормки животных и птиц. При этом внедрение передовых технологий обогащения и измельчения мела может позволить предприятиям получать тонкодисперсный мел, который используется в лакокрасочной, резинотехнической, кабельной и химической промышленности, производстве герметиков, бумаги.

Таким образом, перспективы развития минерально-сырьевой базы Воронежской области базируются на следующих успешно реализуемых на сегодняшний день факторах:

1. Расширение ресурсной базы предприятий как за счет собственных средств горнодобывающих предприятий и инвесторов, так и на деньги федерального бюджета.

2. Упор на комплексное освоение месторождений с вовлечением в производство попутных компонентов вскрыши, а иногда и подстилающих пород, что позволяет не только повысить степень ответственности и рациональности природопользования, но и диверсифицировать риски предприятия, имеющего большой ассортимент продукции в условиях постоянно меняющегося рынка.

3. Стимулирование недропользователей применять новейшие технологии отработки и переработки добываемого сырья с целью повышения извлекаемости полезного компонента, повышения качества и конкурентоспособности производимого продукта на рынке.

Такой технологичный и наукоемкий подход в конечном итоге способен позволить расширить минерально-сырьевую базу региона за счет менее качественного, но более широко распространенного сырья. Более того, подобный подход должен также привести к неизбежному расширению использования огромного потенциала фундамента платформы, локализованного в пределах Воронежской области близко к дневной поверхности и заключающего в своих недрах разведанные значительные запасы никелевых руд и предполагаемые ресурсы широкого спектра полезных ископаемых, в том числе урана и алмазов. Внедрение высокотехнологичного производства в недропользование способно существенно расширить предложение сырья, привести к появлению новых предприятий и сопутствующих производств, увеличению количества рабочих мест, особенно в удаленных от областного центра депрессивных районах. Это, в свою очередь, приводит к диверсификации рисков в экономике региона за счет увеличения представленных на рынке отраслей и подкрепляет в конечном итоге установившиеся в последние годы темпы экономического роста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альбеков, А.Ю. Геология, петрология и минерагеническая оценка перспектив рудоносности габродolerитовых массивов трапповой формации Воронежского кристаллического массива: Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. / А.Ю. Альбеков. — Воронеж, 2002. — 24 с.
2. Артеменко, Г.В. Геохронология Среднеприднепровской, Приазовской и Курской гранит-зеленокаменных областей УЩ и ВКМ: Автореф. дис... д. геол.-минерал. наук / Г.В. Артеменко. — Киев, 1998. — 232 с.
3. Божко, Н.А. Геодинамическая модель формирования фундамента Восточно-Европейской платформы / Н.А. Божко, А.В. Постников, А.А. Щипанский // Доклады РАН, 2002, — Т. 386. — № 5. — С. 651–655.
4. Буш, В.А. Геодинамическая модель формирования позднеархейских-раннепротерозойских структур Воронежского массива / В.А. Буш, Ю.Н. Ермаков, Л.Н. Уйманова // Геотектоника. — 2000. — № 4. — С. 14–24.

5. Чернышов, Н.М. Платиноносные формации Курско-Воронежского региона (Центральная Россия) / Н.М. Чернышов. — Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета, 2004.

6. Чернышов, Н.М. Уран-свинцовый возраст еланского никеленосного комплекса Воронежского кристаллического массива / Н.М. Чернышов, Т.Б. Баянова, М.Н. Чернышова, Н.В. Левкович // Доклады РАН. — 1998. — Т. 359. — № 5. — С. 680–683.

7. Чернышов, Н.М. Модель глубинного строения Воронежского кристаллического массива (ВКМ) в связи с проблемами алмазности и эндогенного рудообразования / Н.М. Чернышов, С.П. Молотков, Д.С. Молотков // Мантийные плюмы и металлогения: Матер. междунар. симпозиума. — Петрозаводск, 2002. — С. 269–272.

8. Чернышов, Н.М. Модель геодинамического развития ВКМ / Н.М. Чернышов, В.М. Ненахов, И.П. Лебедев, Ю.Н. Стрик // Геотектоника. — 1997. — № 3. — С. 21–30.

© Бойко П.С., 2017

Бойко Павел Сергеевич // voronezh@rosnedra.gov.ru

УДК 553.411 (571.61)

Степанов В.А.¹, Мельников А.В.² (1 — НИГТЦ ДВО РАН, 2 — ИГИП ДВО РАН)

О ПРОДУКТИВНОСТИ РУДНО-РОССЫПНЫХ УЗЛОВ ПРИАМУРСКОЙ ЗОЛОТОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

*В Приамурской золотоносной провинции выделены высоко-средне- и низкопродуктивные рудно-россыпные узлы. Показана закономерная приуроченность высоко- и среднепродуктивных узлов к металлогеническим зонам центральной части провинции, а низкопродуктивных — к периферическим. В качестве первоочередных объектов для постановки геологоразведочных работ на рудное золото предлагаются площади высокопродуктивных рудно-россыпных узлов. **Ключевые слова:** рудно-россыпной узел, провинция, месторождение, россыпь, золото.*

Stepanov V.A.¹, Melnikov A.V.² (1 — RGC FEB RAS, 2 — FEGI FEB RAS)

ABOUT PRODUCTIVITY ORE-PLACER KNOTS PRIAMURSKY AURIFEROUS PROVINCE

*With auriferous Priamursky province allocated high, medium and low productive ore-placer nodes. It is shown that a natural confinement of high and medium productive units to metallogenic zones central part of the province, and low productivity to the peripheral. The priority objects for geological exploration of gold ore area offers a highly productive ore-placer nodes. **Keywords:** ore-placer node, province, deposit, placer, gold.*

Территория Приамурья стала российской в 1858 г. согласно Айгунского договора, составленного сибирским золотопромышленником Р.А. Черносвитовым и подписанного со стороны России графом Н.Н. Муравьевым. Не исключено, что золотопромышленник Р.А. Черносвитов имел определенные сведения о золотоносности отходящей к России территории. Недаром почти сразу же начались поиски золотоносных россыпей (Н.П. Аносов и др.) и уже в 1868 г. в казну страны поступило первое золото. Более чем 150-летние поисковые и геологоразведочные работы привели к открытию почти 1500 россыпных и десятков рудных месторождений, из которых добыто около 1312 т золота, из них

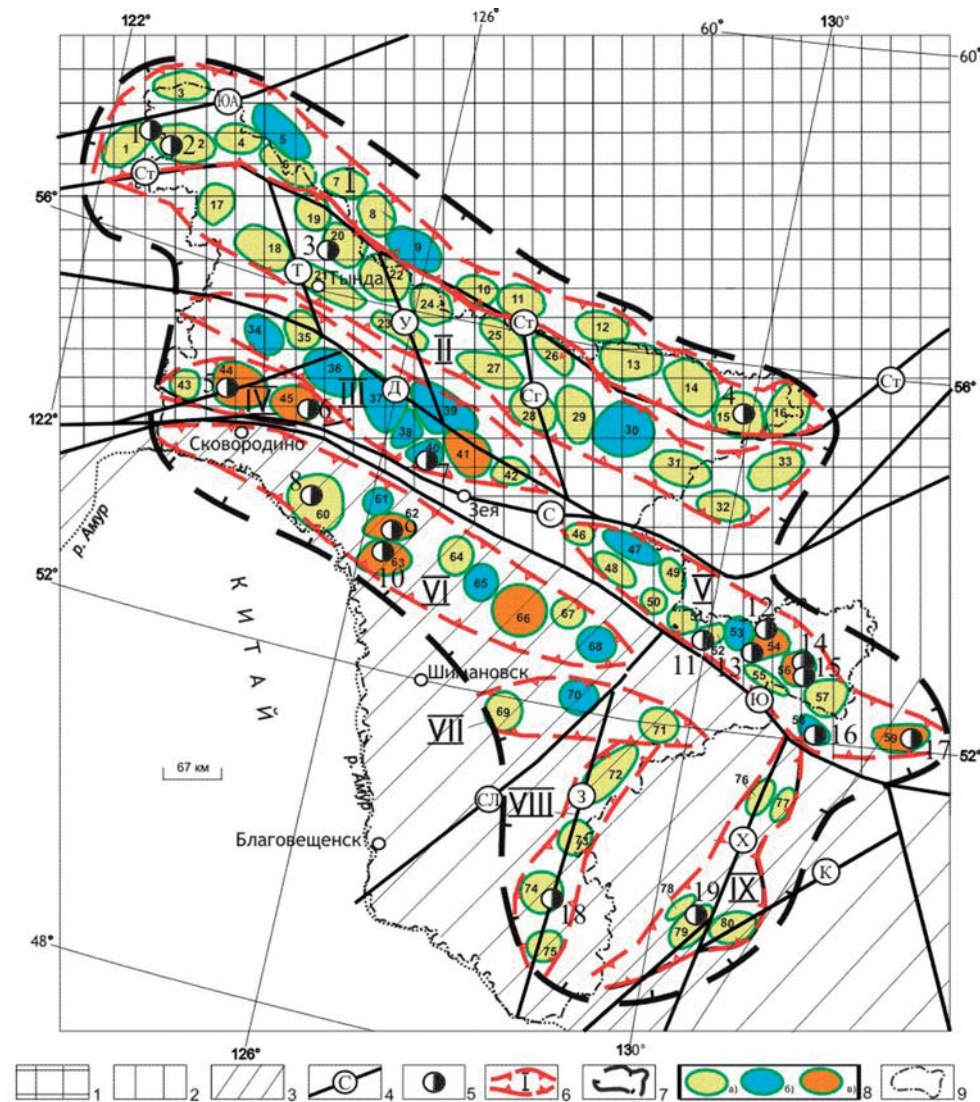
180 т из рудных месторождений [2, 3, 4]. Месторождения и россыпи составляют Приамурскую золотоносную провинцию, одну из крупнейших в России. Добыча золота велась, начиная с 1868 г., главным образом из россыпей. В последние десятилетия из-за истощенности россыпей большое внимание уделялось рудным месторождениям. Поэтому в 2007 г. производство золота из россыпей и рудных месторождений сравнялось, а далее превалировала добыча из рудных месторождений [6]. Благодаря интенсивной эксплуатации рудных месторождений, Амурская область в последние годы вышла на второе место в России по добыче золота. Для сохранения этой тенденции необходимо наращивание сырьевой базы золота в первую очередь в пределах наиболее продуктивных рудно-россыпных узлов.

Металлогения Приамурской провинции

Приамурская золотоносная провинция расположена в Монголо-Охотской ветви Тихоокеанского рудного пояса. Провинция отвечает крупной геологической структуре, площадью около 400 тыс. км², представляющая собой зону позднемезозойской коллизии геоблоков юго-восточного обрамления Сибирского кратона (Алдано-Становой геоблок) и Амурского композитного массива (геоблока) с зажатой между ними Монголо-Охотской складчатой системой (рис. 1). Основными структурными элементами провинции являются региональные разломы — Южно-Турурингский, Северо-Турурингский и Джелтулакский. Формирование золотого оруденения происходило в один возрастной этап. Он определялся позднемезозойской тектоно-магматической активиза-

Рис. 1. Продуктивность рудно-россыпных узлов Приамурской золотоносной провинции

1–3 — геоблоки: 1 — Алдано-Становой; 2 — Монголо-Охотский; 3 — Амурский; 4 — региональные разломы (ЮА — Южно-Алданский, Ст — Становой, Т — Тунгурчанский, С — Северо-Турурингский, Ю — Южно-Турурингский, Д — Джелтулакский, У — Унахинский, СГ — Сугджарский, З — Западно-Туранский, СЛ — Селемджинский, З — Западно-Туранский; 5 — золоторудные месторождения и их номера (1 — Ледяное, 2 — Скалистое, 3 — Бамское, 4 — Колчеданный Утес, 5 — Березитовое, 6 — Кировское, 7 — Золотая Гора, 8 — Буриндинское, 9 — Пионерское, 10 — Покровское, 11 — Маломыр, 12 — Токурское, 13 — Сагурское, 14 — Харгинское, 15 — Албын, 16 — Буровое, 17 — Кербинское, 18 — Прогнозное, 19 — Нони); 6 — металлогенические зоны и их номера (I — Южно-Якутская, II — Северо-Становая, III — Джелтулакская, IV — Янканская, V — Джагды-Селемджинская, VI — Северо-Буреинская, VII — Чагоян-Быссинская, VIII — Туранская, IX — Восточно-Буреинская); 7 — контур Приамурской провинции; 8 — границы рудно-россыпных узлов и их номера: а) низкопродуктивные (1 — Китаямский, 2 — Каларский, 3 — Ханийский, 4 — Юкталыйский, 6 — Чильчинский, 7 — Верхнеалданский, 8 — Беркамитский, 10 — Верхнесутамский, 11 — Среднесутамский, 12 — Алгаминский, 13 — Чапский, 14 — Оконский, 15 — Сологу-Чайдахский, 16 — Кун-Маньёнский,



17 — Балыктахский, 18 — Лопчинский, 19 — Тогунаский, 20 — Бамский, 21 — Ларбинский, 22 — Лапринский, 23 — Штыкжакский, 24 — Малогильский, 25 — Верхнебрянтинский, 26 — Утугайский, 27 — Среднебрянтинский, 28 — Мульмугинский, 29 — Бомнакский, 31 — Купуринский, 32 — Удыхынский, 33 — Чогарский, 35 — Хорогочинский, 42 — Журбанский, 43 — Уркинский, 46 — Долбырьский, 48 — Туксинский, 49 — Дугдинский, 50 — Норский, 51 — Эгорский, 52 — Маломырский, 55 — Огоджинский, 57 — Восточнеселемджинский, 60 — Буриндинский, 64 — Умлеканский, 67 — Адамихинский, 69 — Чагоянский, 71 — Быссинский, 72 — Исинский, 73 — Алеунский, 74 — Симичинский, 75 — Архаринский, 76 — Иорикский, 77 — Ургальский, 78 — Верхнеушмунский, 79 — Нонинский, 80 — Верхнегуджалский), б) среднепродуктивные (5 — Кабактанский, 9 — Верхнетимптонский, 30 — Сугджарский, 34 — Уркиминский, 36 — Джелтулакский, 37 — Талгинский, 38 — Успенский, 39 — Иликан-Унахинский, 40 — Золотогорский, 47 — Унья-Бомский, 53 — Верхнестойбинский, 58 — Софийский, 61 — Игакский, 65 — Ясенский, 68 — Сохатинский, 70 — Нижнеселемджинский), в) высокопродуктивные (41 — Моготский, 44 — Березитовый, 45 — Соловьёвский, 54 — Токурский, 56 — Харгинский, 59 — Кербинский, 62 — Улунгинский, 63 — Тыгинский, 66 — Октябрьский); 9 — граница Амурской области.

Таблица 1
Высокопродуктивные рудно-россыпные узлы Приамурской провинции

№№ пп	Название узла	Добыча золота, т		
		Из россыпей	Из рудных месторождений и рудопроявлений	Общая сумма
РРУ с преимущественной добычей россыпного золота				
1	Соловьевский	200,0	Кировское — 9,4	209,4
2	Моготский	131,1	Уганское — 0,1	131,2
3	Октябрьский	73,5	—	73,5
4	Кербинский	46,6		46,6
РРУ с сопоставимыми объемами добычи россыпного и рудного золота				
5	Харгинский	83,1	Харгинское — 6,8 Албын — 2,8 Ясное — 0,4 Ингагли — 0,2 Унгличкан — 0,1 Афанасьевское — 0,1	93,5
6	Токурский	60,7	Токур — 34,0 Сагур — 3,0 Тарнах — 0,1	97,8
7	Березитовый	47,5	Березитовое — 13,1 Шахта Мосина — 0,1	60,7
РРУ с преимущественной добычей рудного золота				
8	Улунгинский	18,8	Пионер — 38,1	56,9
9	Тыгдинский	8,2	Покровское — 56,8	65,0
	Сумма:	669,5	165,1	834,6

цией, сопровождающей коллизию жестких блоков. В составе Приамурской провинции выделены 9 металлогенических зон, в которых расположено 80 рудно-россыпных узлов (РРУ) (рис. 1). Четыре металлогенические зоны (Северо-Буреинская, Янканская, Желтулакская и Джагды-Селемджинская) примыкают к зонам региональных разломов, разделяющих крупные геоблоки (Южно-Тукурингрский, Северо-Тукурингрский и Желтулакский). Они составляют центральную или приядерную часть провинции. Остальные зоны расположены на северной (Северо-Становая и Южно-Якутская) и юго-восточной (Чагойн-Быссинская, Туранская и Восточно-Буреинская) перифериях провинции.

Продуктивность рудно-россыпных узлов

Сумма добычи рудного и россыпного золота в отдельных РРУ колеблется в широких пределах, иногда достигая первых сотен тонн (по данным на 1.01.2013 г.). В некоторых узлах добыча не производилась. По степени продуктивности, т. е. по сумме добытого рудного и россыпного золота, выделены высоко- (добыто более 50 т), средне- (10–50 т) и низкопродуктивные (менее 10 т) РРУ. В расположении узлов видны определенные закономерности. Высокопродуктивные узлы приурочены к металлогеническим зонам, слагающим ядро провинции. В этих же зонах сосредоточена и основная масса РРУ средней продуктивности (12 из 16). В металлогенических зонах периферических частей провинции преобладают РРУ с низкой продуктивностью.

Наибольший интерес, как аномально высокие вспышки в пределах провинции золотой минерализации

Таблица 2
Характеристика существенно россыпных высокопродуктивных РРУ Приамурской провинции

№№ пп	Название узла	Структура узла	Типы золотого оруденения, добыча, т	Россыпи золота, добыча, т	Характеристика россыпного золота
1	Соловьевский	Интрузивно-купольное поднятие, сложенное метаморфическими и осадочными образованиями, прорванными интрузивами раннего мела	Кировское золото-сульфидно-кварцевое месторождение. Добыто 9,4 т. Рудопроявления золото-кварцевой, золото-сульфидной, золото-сурьмяной и золото-ртутной формаций	Наиболее богатые россыпи берут начало из Кировского рудного поля. Добыто 200 т	Мелкое и средней крупности, пластинчатой, комковидной и дендритовидной форм. Самородки до 400 г. Проба 900–950 ‰
2	Моготский	Поднятый блок фундамента трапезиевидной формы, сложенный метаморфическими породами раннего архея, прорванными интрузивами докембрийского, палеозойского и мезозойского возраста	Рудопроявления золото-кварцевой, реже золото-сульфидно-кварцевой формаций. Добыто 0,1 т золота	Россыпи равномерно развиты на площади узла. Добыто 131,1 т	От мелкого до крупного. Форма комковидная, пластинчатая, лепешковидная, чешуйчатая, реже дендритовидная. Самородки до 200 г. Проба в интервале 800–996, чаще 900–950 ‰
3	Октябрьский	Интрузивно-купольное поднятие, сложенное интрузивами палеозойского, пермо-триасового, реже раннемелового возраста. В центре узла — крупные провесы кровли, сложенные рифейскими толщами	Рудопроявления золото-кварцевой, золото-скарновой и золото-ртутной (карлинский тип) формаций. Рудное золото не добывалось	Россыпи приурочены к центральной части узла. Добыто 73,5 т	Мелкое и средней крупности. Форма таблитчатая, комковидная, губчатая, дендритовидная. Самородки до 1600 г. Проба 804–907 ‰
4	Кербинский	Горст-антиклинальное поднятие, ядро сложено терригенными толщами пермо-триасового и позднетриасового возраста, крылья — среднеюрского. Гранитные интрузии позднего мела	Мелкие месторождения и рудопроявления золото-кварцевой формации. Велась добыча в небольшом масштабе	Россыпи приурочены к центральной части узла. Добыто 46,6 т	Мелкое и средней крупности. Пластинчатой, комковидной, проволоковидной форм. Самородки до 300 г. Проба 900–940 ‰

и образованных за ее счет россыпей, представляют собой высокопродуктивные узлы. Почти 150-летний опыт отработки россыпных и рудных месторождений Приамурья свидетельствует о том, что в пределах этих узлов находятся наиболее золотоносные рудно-магматические системы [2, 3, 4]. Эти узлы содержатся в центральной приаерной части провинции. Большая часть РРУ (по 3 узла) находится в Северо-Буреинской (Октябрьский, Улунгинский и Тыгдинский) и Джагды-Селемджинской (Токурский, Харгинский и Кербинский) металлогенических зонах, два — в Янканской (Соловьевский и Березитовый) и один в Джелтулакской (Моготский). Из них добыто 834,6 т золота, что составляет 63,6 %, или почти две трети от общей добычи золота в провинции (1312 т). Доля рудного золота (165,1 т) составляет 91,7 %. Суммарное производство золота в отдельных узлах колеблется от 46,6 (Кербинский узел) до 209,4 т (Соловьевский). Кербинский узел включен в состав высокопродуктивных с некоторой долей условности. Средняя добыча в пределах одного узла равна 92,7 т.

По соотношению добычи россыпного и рудного золота высокопродуктивные узлы разделены на 3 типа — существенно россыпные, рудно-россыпные и существенно рудные (табл. 1). К первому типу отнесены РРУ, в которых добыча рудного золота гораздо меньше добычи из россыпей (Соловьевский, Моготский, Октябрьский и Кербинский). Рудно-россыпными являются узлы с сопоставимым соотношением добычи рудного и россыпного золота (Березитовый, Токурский и Харгинский). Улунгинский и Тыгдинский узлы характеризуются преимущественной добычей рудного золота.

В среднем добыча золота в существенно россыпных узлах (115 т) заметно выше, чем в рудно-россыпных (84 т), а меньше всего в существенно рудных (61 т). В этом же направлении снижается доля добычи россыпного золота и возрастает рудного (табл. 2–4).

Существенно россыпные РРУ представлены положительными структурами — интрузивно-купольными и горст-антиклинальными поднятиями или поднятыми блоками. Они сложены метаморфическими и осадоч-

Таблица 3
Характеристика рудно-россыпных высокоперспективных РРУ Приамурской провинции

№№ пп	Название узла	Структура узла	Типы золотого оруденения, добыча, т	Россыпи золота, добыча, т	Характеристика россыпного золота
1	Харгинский	Грабен-синклинальная структура, сложенная позднепалеозойскими черносланцевыми толщами, с выступами раннепалеозойского фундамента	Месторождения золото-кварцевой и золото-шеелит-кварцевой формаций. Добыто 10,4 т золота (Харга — 6,8, Албын — 2,8, Ясное — 0,4, Ингагли — 0,2, Унгличкан — 0,1, Афанасьевское — 0,1) и 31,0 т шеелита (Унгличкан)	В центральной части узла. Добыто 83,1 т	Мелкое и средней крупности. Самородки до 1 кг. Проба 705–910 ‰
2	Токурский	Синклинальная структура, сложенная черносланцевыми толщами палеозоя, прорванными интрузиями позднего мела	Месторождения и рудопроявления золото-кварцевой формации. Добыто 37,1 т (Токур — 34 т, Сагур — 3,0 т, Тарнах — 0,1 т)	В центральной части узла. Добыто 60,8 т	Мелкое и средней крупности, пластинчатой, комковидной и дендритовидной форм. Проба 715–870 ‰
3	Березитовый	Интрузивно-купольное поднятие, сложенное метаморфическими и интрузивными породами докембрия, прорванными палеозойскими и мезозойскими интрузиями	Березитовое золото-полиметаллическое месторождение. Рудопроявления золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой, золото-полиметаллической и золото-ртутной формаций. Добыто 13,2 т (Березитовое — 13,1 т, Шахта Мосина — 0,1 т)	Тяготеют к периферии узла. Добыто 47,5 т	Мелкое и средней крупности, пластинчатой комковидной и дендритовидной форм. Самородки до 600 г. Проба 850–900 ‰

Таблица 4
Характеристика существенно рудных высокопродуктивных РРУ Приамурской провинции

№№ пп	Название узла	Структура узла	Типы золотого оруденения, добыча, т	Россыпи золота, добыча, т	Характеристика россыпного золота
1	Улунгинский	Восточный секторный блок Гонжинского поднятия, сложенный осадочными толщами палеозоя и юры, вулканитами раннего мела, прорванными гранитоидными интрузиями поздней юры и раннего мела. Площадь 2100 км ²	Месторождение Пионер золото-сульфидно-кварцевой, Желтунак золото-серебряной, Икан золото-медно-молибденпорфиновой формаций, а также рудопроявления золота. Добыто 38,1 т (Пионер)	Приурочены к центральной части узла. Добыто 18,8 т	Мелкое, редко крупное, комковидной, пластинчатой и дендритовидной форм. Самородки до 16 г. Проба 769–913 ‰.
2	Тыгдинский	Южный секторный блок Гонжинского поднятия, сложенный гнейсами докембрия, терригенными породами юры и вулканитами раннего мела, прорванными гранитоидными интрузиями раннего мела. Площадь 2000 км ²	Месторождение Покровское золото-серебряной формации, рудопроявления золото-серебряной, золото-кварцевой и золото-медно-молибденпорфиновой формаций. Добыто 56,8 т (Покровское)	Приурочены к периферической части узла. Добыто 8,2 т	Мелкое, реже средней крупности, комковидное, пластинчатое, дендритовидное. Проба 722–910 ‰

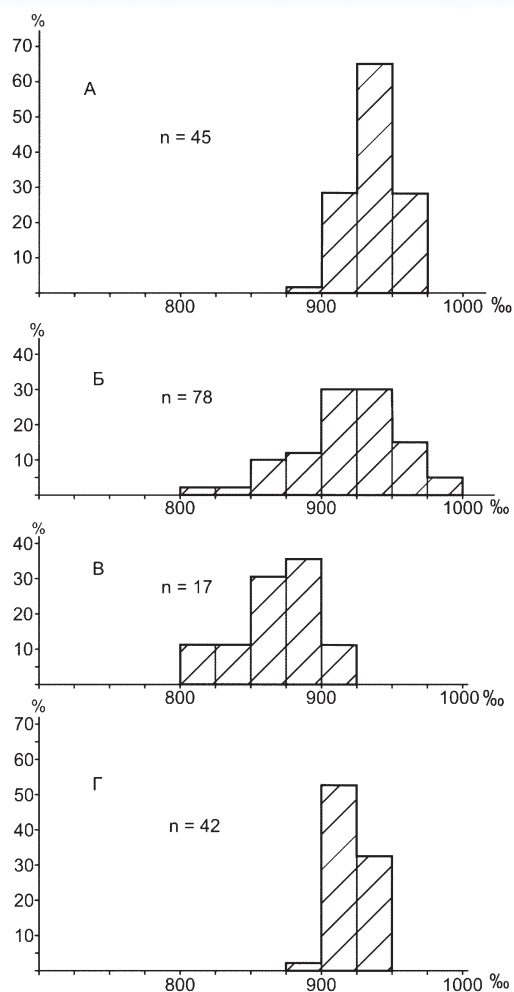


Рис. 2. Гистограммы пробы россыпного золота РРУ преимущественной добычей россыпного золота: А — Соловьевский, Б — Моготский, В — Октябрьский, Г — Кербинский

ными образованиями, порванными интрузиями и дайками преимущественно ранне- и позднемелового возраста. В них расположены среднее по запасам Кировское месторождение золото-сульфидно-кварцевой формации, мелкие Кербинское и Токоланское месторождения золото-кварцевой формации, а также рудопроявления главным образом золото-кварцевой формации. Россыпное золото — от мелкого до крупного, часто отмечаются самородки максимальным весом до 1600 г.

Проба его высокая, преимущественно 900–950 ‰, несколько ниже только в Октябрьском узле (850–900 ‰) (рис. 2).

Наиболее типичное для существенно россыпных РРУ Кировское месторождение расположено в Соловьевском РРУ Янканской металлогенической зоны [2]. Оруденение представлено золотоносными кварцевыми и сульфидно-кварцевыми жилами и жильно-прожилковыми зонами, приуроченными к эндо- и экзоконтактам Джалиндинской гранитоидной интрузии раннемелового возраста. Известно от 310 до 500 золоторудных жил, из которых разведана 71, эксплуатировалась на золото — 31 жила. Околорудные изменения представлены березитизацией и аргиллизацией. Руды сложены кварцем, карбонатами, серицитом и сульфидами, ко-

личество которых нередко достигает 10–15 %. Среди них преобладают сфалерит, галенит и халькопирит. Самородное золото крупное, высокой пробы.

Рудно-россыпным РРУ отвечают синклиальная и грабен-синклиальная структуры, выполненные черносланцевыми толщами, а также интрузивно-купольное поднятие, сложенное метаморфическими породами. Для узлов этого типа характерны мелкие и средние по запасам месторождения золото-кварцевой (Токур, Албын, Харга и др.), в меньшей степени золото-полиметаллической (Березитовое) формаций. Россыпное золото — мелкое и средней крупности, отмечаются самородки весом до 1 кг. Проба золота варьирует в широких пределах от 775 до 950 ‰ (рис. 3).

Токурское месторождение расположено в одноименном РРУ Джагды-Селемджинской металлогенической зоны. Месторождение расположено среди слабо метаморфизованных черносланцевых толщ палеозоя и приурочено к границе существенно песчаниковой (токурская свита) и перекрывающей ее алевроаргиллитовой (экимчанская свита) толщ в надинтрузивной части невоскрытого плутона гранитоидов раннего мела [8]. На месторождении обнаружено свыше 500 кварцевых жил, из них наиболее изученными являются 75. Протяженность их от 60 до 430 м, средняя мощность 0,4–0,5 м. Руды имеют брекчиевую, полосчатую и сетчатую структуры. Они сложены кварцем, в подчиненном количестве находятся адуляр, кальцит, анкерит, серицит и хлорит. Из рудных минералов, количество которых не

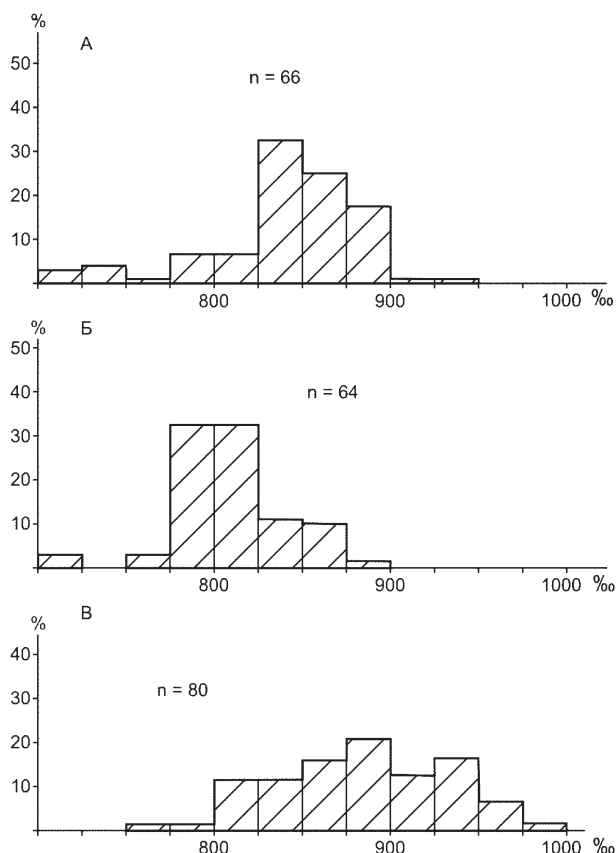


Рис. 3. Гистограммы пробы россыпного золота РРУ с сопоставимой добычей рудного и россыпного золота: А — Харгинский, Б — Токурский, В — Березитовый

превышает 1–3 %, преобладают арсенопирит, пирит, галенит, сфалерит и самородное золото. Самородное золото в основном мелкое, проба его меняется от 673 до 803 ‰, средняя 726 ‰ [5].

Березитовое месторождение расположено в одноименном РРУ Янканской металлогенической зоны. Оно представлено зоной рудоносных метасоматических пород среди позднепалеозойских порфиридных гранодиоритов. В плане зона имеет сложную линзовидную форму, субмеридиональное простирание и крутое падение (70–75°) в юго-западном направлении. Длина ее достигает 950 м, мощность меняется от 110 м в центральной части, до 10–15 м в северной. Рудовмещающие породы превращены в мусковит-кварцевые метасоматиты с существенными количествами граната и турмалина. Зона объединяет два крутопадающих уплощенных воронкообразных тела, сопряженных вблизи поверхности, но выклинивающихся с глубиной. К основным рудным минералам относятся галенит, сфалерит, пирит, пирротин, магнетит и самородное золото. Золотоносным рудным телом является обогащенная полиметаллической минерализацией основная часть метасоматической зоны с промышленными содержаниями золота. Золото — от мелкого до дисперсного. Средняя проба его, по данным атомно-абсорбционного метода, равна 861 ‰, при интервале колебаний 666–999 ‰.

Существенно рудным Улунгинскому и Тыгдинскому узлам отвечают секторные блоки Гонжинского поднятия, сложенные осадочными толщами палеозоя и мезозоя, а также вулканитами и гранитоидными интрузиями раннего мела. В этих РРУ расположены крупные, средние и мелкие по запасам золота месторождения золото-сульфидно-кварцевой (Пионер), золото-серебряной (Покровское, Желтунак) и золото-медно-молибден-порфириновой (Икан) формаций. Золото в россыпях преимущественно мелкое, самородки не характерны. Проба его средняя в пределах 800–900 ‰ (рис. 4).

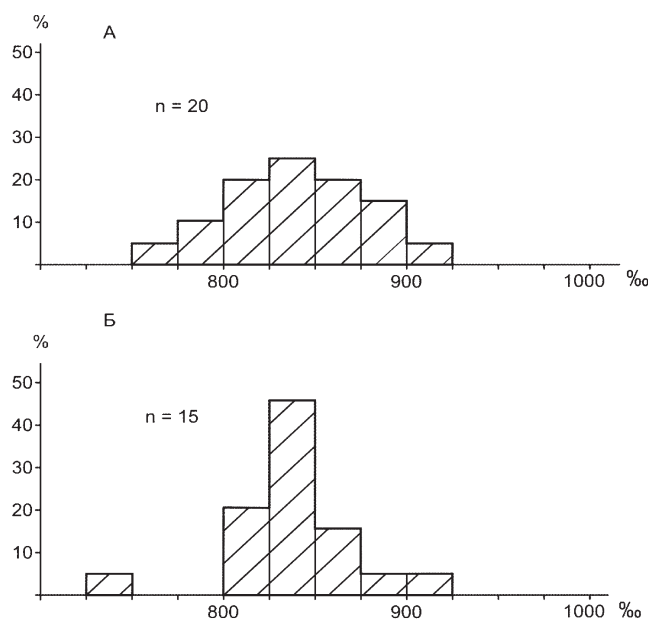


Рис. 4. Гистограмма пробы золота РРУ с преимущественной добычей рудного золота: А — Улунгинский, Б — Тыгдинский

Месторождение Пионер расположено в Улунгинском РРУ Северо-Буреинской металлогенической зоны. Оно локализовано на контакте интрузии гранитоидов раннемелового возраста и вмещающих песчано-сланцевых пород средне-позднеюрского возраста. Широко развиты дорудные и внутрирудные дайки и малые тела диоритовых порфиритов и андезитов раннего мела [1]. Рудные зоны представляют собой крутонаклонные (50–80°) мощные (50–300 м) линейные штокверки прожилково-сетчатого окварцевания и карбонатизации с прожилково-вкрапленной золото-сульфидной минерализацией. Первичные руды умеренносульфидные (2–8 % сульфидов), окисленные — малосульфидные (менее 2 %). Первичные руды на 88–96 % сложены кварцем и полевыми шпатами. В окисленных рудах место полевых шпатов занимают глинистые минералы. Из рудных минералов отмечаются пирит, арсенопирит, пирротин, магнетит, халькопирит, молибденит, галенит, сфалерит, висмутин, антимонит, сульфосоли свинца, меди, мышьяка, сурьмы, самородные золото и серебро, аргентит и акантит. Самородное золото встречается в виде микронных выделений и наночастиц в пирите, а также свободного золота от мелкого до крупного. Проба его колеблется от 650 до 880 ‰ в рядовых рудах и от 870 до 915 ‰ в богатых.

Покровское месторождение расположено в Тыгдинском РРУ Гонжинского рудного района Северо-Буреинской металлогенической зоны. Рудовмещающими породами являются нижнемеловые гранитоиды, прорывающие песчаники и алевролиты верхней юры. Те и другие прорваны и перекрыты ниже-верхнемеловыми вулканитами. Из гидротермально-метасоматических процессов наиболее широко проявлены пропилитизация и аргиллизация. Месторождение представляет собой систему субгоризонтальных кварцевых жил, сопровождаемых линейно вытянутыми жильно-прожилковыми зонами и штокверками. Руды представляют собой в разной степени окварцованные и аргиллизированные вулканиты и гранитоиды с весьма неравномерной вкрапленной и прожилково-вкрапленной золотосеребряной минерализацией. Текстуры руд брекчиевые, колломорфно-полосчатые, каркасно-пластинчатые. Кроме преобладающего кварца среди жильных минералов присутствуют карбонаты, гидрослюда, адуляр и каолинит. Количество рудных минералов в среднем составляет около 1 %. Кроме пирита, в рудах отмечаются марказит, пирротин, халькопирит, галенит, сфалерит, арсенопирит, гематит. Редко встречаются золото, электрум, антимонит, аргентит, полибазит, прустит, пираргирит, киноварь, теннантит, фрейбергит, штернбергит, айкинит, борнит, энаргит, магнетит, самородное железо и висмутин. Самородное золото по крупности относится к тонкому и тонкодисперсному. Проба от 595 до 735 ‰ (средняя 685 ‰).

Месторождение Икан (Боргуликан) входит в состав Улунгинского РРУ Гонжинского рудного района Северо-Буреинской металлогенической зоны. Оно приурочено к интрузии гранодиорит-порфиринов раннего мела. Ориентировка и залегание рудного штокверка конформны контактам интрузии, хотя оруденение проникает и во вмещающие вулканиты. Продуктивное ору-

Таблица 5
Добыча золота из РРУ средней продуктивности

№№ пп	Название узла	Добыча золота, т		
		Из рос- сыпей	Из рудных месторождений и рудопроявлений	Всего
1	Ясненский	15,1	—	15,1
2	Сохатиный	18,6	—	18,6
3	Игакский	11,8	—	11,8
4	Нижнеселемджинский	20,0	—	20,0
5	Уркиминский	30,1	Одолго — 0,1	30,2
6	Джелтулакский	14,3	—	14,3
7	Талгинский	21,2	—	21,2
8	Упеновский	24,4	Успенское — 0,7	25,1
9	Иликан-Унахинский	27,5	—	27,5
10	Золотогорский	18,4	Золотая Гора — 2,0	20,4
11	Унья-Бомский	31,2	Бомская Жила, Советское, Счастлиное, Бом — 0,1	31,3
12	Верхнестойбинский	20,7	Ворошиловское — 2,9	23,6
13	Софийский	39,8	—	39,8
14	Кабактанский	12,7	—	12,7
15	Верхнетимптонский	16,1	—	16,1
16	Сугджарский	28,6	—	28,6
	Всего:	350,5	5,8	356,3

денение локализуется в зонах максимального метасоматоза и телескопирования различных типов изменений с преимущественным развитием фельдшпатолитов, березитов и сульфидно-кварц-прожилковой минерализации. Основными нерудными минералами являются кварц, полевые шпаты и глинисто-слюдистые минералы. Руды являются малосульфидными, главный рудный минерал — пирит. Прочие сульфиды (халькопирит, молибденит, блеклая руда, борнит, галенит, сфалерит) встречаются в незначительных количествах. Золото в руде находится в количестве 0,15–0,8 г/т, в среднем 0,3 г/т. Оно присутствует в свободном виде, в сульфидах, в прожилках кварца. Размеры золотин преимущественно 1–5 мкм. Содержания золота в монофракциях сульфидов от 8 до 100 г/т. Золото часто образует сростки с минералами (28–72 %) и находится в извлекаемой форме, что подтверждают показатели цианирования (51–71 %). Проба золота составляет 700–850 ‰.

РРУ средней продуктивности почти вдвое больше — 16. Это Ясненский, Сохатиный и Игакский РРУ Северо-Буреинской металлогенической зоны, Нижнеселемджинский — Чагойан-Быссинской зоны, Уркиминский, Желтулакский, Талгинский, Успеновский, Иликан-Унахинский и Золотогорский — Желтулакской зоны, Унья-Бомский, Верхнестойбинский, Софийский узлы Джагды-Селемджинской зоны, Кабактанский и Верхнетимптонский РРУ Южно-Якутской зоны, а также Сугджарский узел Южной подзоны Северо-Становой металлогенической зоны. В этих РРУ добыто около 356,3 т главным образом россыпного золота, что составляет 27,2 % от общего

производства золота провинции (табл. 5). Доля рудного золота невелика (1,6 %). Средняя продуктивность составляет 22,8 т.

Рудно-россыпным узлам средней продуктивности отвечают чаще всего положительные геологические структуры типа интрузивно-купольного поднятия, поднятого блока или горстового поднятия, реже отрезка зоны крупного разлома или вулканоструктура центрального типа. В их пределах находятся мелкие месторождения преимущественно золото-кварцевой (Золотая Гора, Одолго, Успеновское, Ворошиловское и др.), реже золото-серебряной (Иличи) формации, а также многочисленные рудопроявления преимущественно золото-кварцевой, а также золото-серебряной, золото-сульфидной, золото-полиметаллической, золото-скарновой и золото-медно-молибден-порфировой формации. Россыпное золото преимущественно мелкое и средней крупности. Проба его колеблется в широких пределах от 700 до 975 ‰ с максимальной распространенностью в интервале 850–925 ‰ (рис. 5).

Месторождение Золотая Гора находится в Золотогорском РРУ Желтулакской металлогенической зоны. Золотоносные кварцевые жилы локализируются среди толщи биотитовых, двуслюдяных гнейсов и амфиболитов и приурочены к зоне диафто-реза и окварцевания северо-западного простирания. Жилы состоят из стекловидного кварца, полевого шпата, содержат прожилки и линзы кальцита, включения обломков вмещающих пород. Вмещающие породы на контактах с жилами серицитизированы, окварцованы и сульфидизированы. Среди рудных минералов в жилах преобладает пирит (5–15 %), реже встречаются пирротин, халькопирит, галенит, молибденит и золото. Золото мелкой и средней крупности, иногда встречались небольшие самородки. Проба его высокая (927–997 ‰, среднее из 15 анализов — 965 ‰).

Остальные 55 РРУ обладают низкой продуктивностью. В 7 из них добыча золота не производилась. В этих узлах добыто около 121 т золота, что составляет 9,2 % от общей добычи золота в провинции. Средняя продуктивность одного узла составляет 2,16 т. В низкопродуктивных узлах находится одно Бамское месторождение золото-сульфидно-кварцевой формации и

производства золота провинции (табл. 5). Доля рудного золота невелика (1,6 %). Средняя продуктивность составляет 22,8 т.

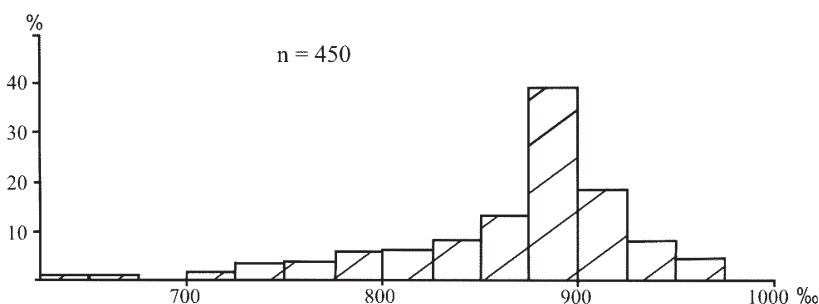


Рис. 5. Гистограмма пробы золота россыпных РРУ средней продуктивности

рудопроявления преимущественно золото-кварцевой формации.

Бамское месторождение расположено в Бамском РРУ Северо-Становой металлогенической зоны. Вмещающими породами являются гранитоиды чубачинского комплекса протерозоя, содержащие многочисленные скиалиты гнейсов и кристаллических сланцев. Они прорваны мезозойскими гипабиссальными интрузиями и субвулканическими образованиями. Рудные тела структурно приурочены к кулисно-построенной системе разрывов, развитой в лежащем боку Бамского сброса [7]. Рудными телами являются зоны прожилкового окварцевания и минерализованные линейные зоны динамометаморфизма, реже карбонат-кварцевые жилы. Вмещающие породы березитизированы. Руды — от мало до умеренносульфидных. Они имеют массивную, прожилковую, прожилково-вкрапленную или брекчиевую текстуру. В составе нерудных компонентов преобладают кварц (65–80 %), серицит (5–15 %), карбонаты (2–10 %), в небольших количествах отмечаются барит и флюорит. Количество сульфидов обычно не превышает 1–5 %, но иногда достигает 5–10 % и более. Среди них широко развиты пирит, халькопирит, галенит, реже встречаются блеклая руда, сфалерит, шеелит, гессит, матильдит, акантит, петцит, алтаит, гессит, пираргирит, полибазит, буланжерит, антимонит, айкинит, пирротин, молибденит и киноварь. Золото-серебряное отношение в рудах 1:3. Золото тонкое и дисперсное. Проба от 629 до 961 ‰, средняя 782–869 ‰.

Обсуждение результатов

Проведенное исследование установило определенные закономерности в размещении РРУ с различной степенью продуктивности. Наиболее продуктивные и большая часть среднепродуктивных РРУ приурочены к центральной приядерной части провинции. Они входят в состав Северо-Буреинской, Янканской, Желтулакской и Джагды-Селемджинской металлогенических зон, наиболее насыщенных золотым оруденением и россыпями. Высокая золотоносность этих металлогенических зон объясняется их приуроченностью к региональным разрывным нарушениям (Южно-Тукурингский, Северо-Тукурингский и Желтулакский), служащих структурным каркасом зоны коллизии. Они, по-видимому, являлись основными рудоподводящими структурами. К северу и юго-востоку от них располагаются периферические металлогенические зоны (Северо-Становая и Южно-Якутская к северу, Чагоян-Быссинская, Туранская и Восточно-Буреинская к юго-востоку) с меньшим потенциалом золотого оруденения и россыпей. РРУ в пределах периферических частей провинции гораздо менее продуктивны на золото. Большая часть из них относится к низкопродуктивным, только четыре к среднепродуктивным. Выявленная металлогеническая зональность указывает на единство провинции, которую можно рассматривать как одну из наиболее крупных геохимических аномалий золота Дальнего Востока.

Принимая Приамурскую провинцию за единую систему с выявленными закономерностями размещения продуктивных РРУ, можно подойти к вопросу о золотом потенциале и путях его реализации. Добыча золота

в Приамурье за почти 150 лет постоянно и стабильно возрастала, а максимальная добыча на уровне 20–30 т происходила в последние несколько лет. Поэтому в целом золотоносный потенциал провинции можно оценить достаточно высоко, не менее 3–5 тыс. т. При определении приоритетных геологоразведочных работ на золото в провинции следует учесть то, что россыпной потенциал в значительной мере исчерпан и основное внимание следует уделить выявлению, разведке и эксплуатации рудных месторождений.

В качестве первоочередных объектов для постановки геологоразведочных работ на рудное золото предлагаются площади высокопродуктивных РРУ, зарекомендовавшие себя в течение длительного времени как основные продуценты золота. Предполагается, что эти РРУ, как наиболее золотоносные рудно-магматические системы Приамурья, и впредь будут основными поставщиками золота. Из них наиболее перспективны существенно рудные — Улунгинский и Тыгдинский, затем рудно-россыпные — Харгинский, Токурский и Березитовый, потом существенно россыпные — Соловьевский, Моготский, Октябрьский и Кербинский. Работы второй очереди предлагается сосредоточить в пределах РРУ средней продуктивности. Сначала на площади Золотогогорского и Верхнестойбинского узлов, в которых кроме россыпей происходила эксплуатация и рудных месторождений, затем в пределах РРУ средней продуктивности, расположенных в центральной наиболее продуктивной части провинции (Уркиминский, Желтулакский, Талгинский, Успенковский, Иликан-Унахинский, Софийский, Игакский, Ясненский, Сохатинский и Нижнеселемджинский), потом на площадях РРУ, приуроченных к периферическим металлогеническим зонам (Кабактанский и Верхнетимптонский в Южно-Якутской зоне, Сугджарский в Северо-Становой, а также Нижнеселемджинский в Чагоян-Быссинской).

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы. Наиболее продуктивные рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции приурочены к металлогеническим зонам, представляющим центральную или приядерную часть провинции. Эти зоны прилегают к региональным разломам, служащим подводящими каналами для рудоносных растворов. Металлогенические зоны периферических частей провинции обладают гораздо меньшим золотоносным потенциалом. В качестве первоочередных объектов для постановки геологоразведочных работ на рудное золото рекомендуются площади высокопродуктивных РРУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Золоторудные месторождения России* / под ред. М.М. Константинова. — М.: Акварель, 2010. — 349 с.
2. Мельников, А.В. Рудно-россыпные узлы южной части Приамурской золотоносной провинции / А.В. Мельников, В.А. Степанов. — Благовещенск: АмГУ, 2013. — 222 с.
3. Мельников, А.В. Рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции. Часть 2. Центральная часть провинции / А.В. Мельников, В.А. Степанов. — Благовещенск: АмГУ, 2014. — 300 с.
4. Мельников, А.В. Рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции. Часть 3. Северная часть провинции / А.В. Мельников, В.А. Степанов. — Благовещенск: АмГУ, 2015. — 256 с.
5. Неронский, Г.И. Типоморфизм золота месторождений Приамурья. / Г.И. Неронский. — Благовещенск: АмурНЦ ДВО РАН, 1998. — 320 с.

6. Степанов, В.А. Перспективы золотоносности Приамурской провинции / В.А. Степанов // Руды и металлы. — 2013. — № 1. — С. 25–32.
7. Степанов, В.А. Бамское золоторудное месторождение (геология, минералогия и геохимия). / В.А. Степанов, В.Е. Стриха, А.А. Черемисин и др. — Владивосток: Дальнаука, 1998. — 209 с.
8. Эйриш, Л.В. Токурское золоторудное поле: геология, геохимия, генезис. / Л.В. Эйриш, Н.С. Остапенко, В.Г. Моисеенко. — Хабаровск: АмурКНИИ, 1998. — 149 с.

© Степанов В.А., Мельников А.В., 2017

Степанов Виталий Алексеевич // vitstepanov@yandex.ru
Мельников Антон Владимирович // anton_amur@mail.ru

УДК 550.424.6

Криночкина О.К., Лаврусевич А.А. (Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ))

ПРОЯВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ И РУДОГЕННЫХ АНОМАЛЬНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ И КРИТЕРИИ ИХ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ

*Описаны условия проявления техногенных и рудогенных аномальных геохимических полей, а также обоснованы критерии их дифференциации на основе полевых наблюдений и обработки геохимических данных с помощью методов математической статистики и современных ГИС-технологий. **Ключевые слова:** аномальные геохимические поля, критерии дифференциации, горнорудные комплексы, статистические методы, месторождения, зона влияния.*

Krinochkina O.K., Lavrusevich A.A. (Moscow state construction university)

DEVELOPMENT OF TECHNOGENIC AND NATURAL ABNORMAL GEOCHEMICAL FIELDS AND ITS HALLMARKS

*The article describes the conditions of appearance of technogenic and natural abnormal geochemical fields. Some criteria for their differentiation on the basis of field observations and processing of geochemical data using mathematical statistics methods and modern GIS technologies are substantiated. **Keywords:** abnormal geochemical fields, criteria of differentiation, ore mining complex, statistical methods, deposits, zone of influence.*

Дифференциация природных и техногенных аномальных геохимических полей является чрезвычайно важной проблемой как в связи с оценкой антропогенного воздействия на окружающую среду (ОС), так и при поисковых работах. Особенно это актуально при проведении поисковых работ в старых горнорудных районах.

Интерпретация природы аномальных геохимических полей (АГП) в основном сводится к дифференциации рудогенных и техногенных аномальных полей, поскольку влияние региональных геохимических особенностей компонентов природных геологических сред может быть сведено к минимуму при выделении АГП процедурой нормирования на их фоновые значения [1]. Основные критерии дифференциации рудогенных и техногенных аномальных геохимических полей описывались еще в работах Л.А. Беуса (1976), С.В. Григоряна (1980), А.А. Головина (1999) и др. Разработанные предшественниками критерии успешно позволяют решать

вопросы рудно-формационной принадлежности рудогенных аномалий путем идентификации ранжированного ряда накопления химических элементов АГП с обобщенными рядами известных месторождений [4, 5].

Аналогичный подход использовался авторами при определении природы техногенных геохимических аномалий. В основе его лежит тот же принцип сходства источника загрязнения (обогащения) и связанного с ним АГП, что позволяет установить пространственную и генетическую связь АГП с источником вещества. Авторами проводилось изучение АГП техногенного и рудогенного генезиса в Ловозерском районе Мурманской области (в пределах деятельности ГРК ОАО «Апатит»), а также в Бийском, Змеиногорском и Золотушинском районах Рудного Алтая.

Анализ полученного авторами фактического материала позволил установить некоторые критерии дифференциации природных (рудогенных) и техногенных аномальных геохимических полей в пределах горно-промышленных комплексов (ГПК) и зонах их влияния, наиболее надежными из которых являются: морфологические особенности АГП; внутренняя структура АГП; геохимические особенности АГП.

Под **морфологическими особенностями АГП** авторы понимают его конфигурацию в плане. Как известно, **техногенные АГП в плане коррелируют с преобладающим направлением ветров и мощностью источника загрязнения**. Особенно наглядно это проявляется при изучении АГП в почвах. Так, установленная авторами зона загрязнения почв, связанная с Кировским рудником, прослежена от него в юго-восточном направлении и имеет протяженность около 6 км. Здесь же, в пределах деятельности горнорудного комплекса (ГРК) ОАО «Апатит» отмечаются и другие источники формирования техногенных АГП в почвах. Это — хвостохранилище ныне закрытой апатит-нефелиновой обогатительной фабрики (АНОФ-1), отстойники ТЭЦ, хвостохранилище действующей апатит-нефелиновой обогатительной фабрики (АНОФ-2). Протяженность от вышеупомянутых источников загрязнения достигает 3 км [2]. Все техногенные аномалии ориентированы от эпицентров и по направлению преобладающих направлений ветров данной местности.

В донных осадках морфология АГП определяется мощностью и типом источника вещества. По литературным данным природные (рудогенные) АГП, особенно в горных районах, тянутся на сотни километров и, более того, имеют даже площадное выражение. Это связано с множественностью источников вещества, поставляющих материал в водотоки на всем их протяжении. Техногенные же АГП не столь протяженны и локализованы, как правило, вблизи источника загрязнения. По данным Л.А. Криночкина изучение зоны загрязнения донных осадков р. Глубочанка Белоусовским ГОКом (Алтайский край) показало, что, несмотря на функционирование предприятия в течение нескольких десятилетий, ее протяженность составляет не более 10 км. Другим примером техногенного загрязнения донных осадков в пределах ГРК являются аномалии, приуроченные к Кировскому руднику (основные элементы в геохимической ассоциации Ni, Cd, Sr, P), от-