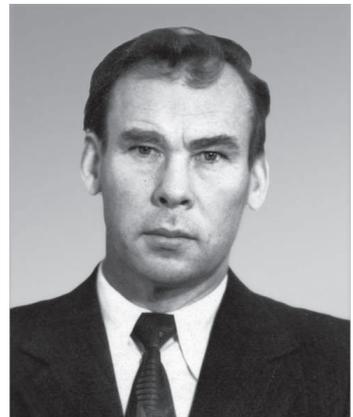


## 7.4. ПОИСКОВАЯ ГЕОХИМИЯ

*Н.А. Росляков, Г.В. Нестеренко*

На момент организации Сибирского отделения АН СССР наша страна занимала ведущее положение в разработке научных основ геохимических методов поисков. В 1955–1956 гг. началось активное внедрение геохимических методов в работу всех поисковых и разведочных партий. В связи с этим возникла проблема глубинности поиска и интерпретации геохимических аномалий применительно к конкретным геологическим и ландшафтным условиям. В ее решении большую роль сыграла сибирская школа геохимиков, основоположниками которой заслуженно считаются Ф.Н. Шахов и Л.В. Таусон. Особенностью школы стало тесное взаимодействие специалистов разных направлений в области эндогенной, экзогенной и аналитической геохимии, а также геологии. В отделе геохимии поиск полиметаллических, золоторудных и редкометалльных месторождений базировался на комплексном изучении распределения и форм нахождения рудообразующих элементов и их спутников в эндогенных и экзогенных системах типовых геологических и ландшафтных условий рудных полей и месторождений Сибири. Комплексный подход позволил установить количественные критерии прогноза и оценки месторождений по первичным, вторичным и гидрогеохимическим аномалиям в районах с различными по составу и мощности покровными рыхлыми отложениями.

При поисках полиметаллических месторождений проблема заключалась в несовершенстве методики отбора металлометрических проб и оценке влияния степени перераспределения элементов в окисленных рудных выходах полиметаллических месторождений, перекрытых аллохтонными рыхлыми отложениями. Н.А. Росляковым (1960) были установлены оптимальные навеска пробы, глубина ее отбора, степень истирания и спектры анализируемых элементов. Показана низкая в условиях степей Алтая эффективность детальной металлометрической съемки. На площадях с развитыми зонами окисления при мощности элювия более 3–5 м проведение детальной металлометрической съемки путем опробования почв малоадекватно. Было рекомендовано ее комплексировать с баритометрической съемкой, в которой используется барит, накапливающийся в почвах над окисленным рудным выходом за счет выщелачивания полиметаллических руд (Росляков, 1964). В комплекс поисковых методов целесообразно включать гидрогеохимические и иловые съемки, при которых индикаторами на полиметаллическое оруденение являются главные элементы первичных руд на площадях со слабым развитием зон окисления (Росляков, Воротников, 1962) или породообразующие элементы околорудных метасоматитов — при интенсивном (Росляков и др., 1964). Для повышения эффективности геохимического поиска во всем мно-



Д.г.-м.н. Н.А. Росляков



гообразии геологических и геоморфологических условий региона производилось районирование территории по условиям применимости геохимических методов поисков полиметаллических месторождений Алтая (Чернов и др., 1972) и золоторудных месторождений Кузнецкого Алатау (Воротников, Росляков, 1973).

Поисковая геохимия по золоторудной тематике включала:

1. Прогноз эндогенного оруденения по окисленным выходам и их перспективная оценка. На основе геолого-генетической модели формирования золотоносных кор выветривания разработан комплекс прогнозно-поисково-оценочных критериев на золотоносные коры выветривания, которые совместно с продуктами ближнего переотложения представляют собой новый геолого-промышленный тип. Произведена оценка перспектив выявления объектов формации золотоносных кор выветривания в старых горно-рудных районах и на новых площадях. Обращено внимание на перспективность кор выветривания как на комплексный нетрадиционный тип месторождений руд золота, кобальта, иттрия, титана, циркония, урана (Цибульчик и др., 1986). В качестве перспективной территории с золотоносными корами выветривания названо горно-складчатое обрамление Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы (Росляков и др., 1990).

2. Геохимические поиски по первичным и вторичным ореолам золота у нас и за рубежом долгое время велись по элементам — спутникам золота. Чаще всего для этих целей использовались медь, свинец, цинк и мышьяк. Освоенные в отделе геохимии методы определения ультрамалых содержаний золота (менее 1 мг/т) в скальных и рыхлых породах, включая почвы, позволили поставить геохимический поиск месторождений благородного металла на новый, более эффективный уровень. Впервые было аргументированно показано, что месторождения золота надо искать по ореолам самого золота. Ореолы элементов-спутников имеют вспомогательную роль при интерпретации состава золотоносного ореола.

3. Впервые установлены эндогенные ореолы золота разного иерархического уровня: рудных полей, месторождений, рудных тел. Изучена зависимость между масштабами ореолов золота и оруденения, а также количественное соотношение первичных ореолов с ореолами в покровных рыхлых отложениях и почвах (Росляков, 1981). Установлено, что чем большую площадь занимают ореолы золота рудного поля и месторождения, чем контрастнее выражены его положительные и отрицательные аномалии, тем перспективнее выявление масштабных золоторудных объектов первичных руд (Рослякова, Росляков, 1975; Рослякова и др., 1970). Это позволило дифференцировать сеть (масштаб) металлотрического опробования в зависимости от объекта поисков (Shcherbakov et al., 1979). Разработаны методики квази-количественного прогноза первичного оруденения по поверхностным выходам и геохимическим аномалиям (Федосеев и др., 1988). С использованием этой методики дан прогноз золотоносности Новосибирской области, где в качестве перспективных выделены Легостаевская и Елбашинская площади с прогнозными ресурсами на золото 174 и 40 т соответственно.

Проблема особой важности — поиски золоторудных месторождений, погребенных под мощным чехлом аллохтонных образований. Здесь возникают «ложные» аномалии золота, связанные с его фоновым перераспределением. С одной стороны, они консервируют от эрозии и разубоживания погребенные рудные тела (Росляков, 1983), с другой — препятствуют их обнаружению. Разработаны рекомендации по разбраковке «ложных» анома-

лий от «истинных», связанных с золоторудной минерализацией. В частности, рекомендовано использовать подвижные формы нахождения золота в ореоле (Росляков, 1982; Росляков, Цимбалист, 1988), физико-химические параметры водной суспензии рыхлых пород (Росляков, 1986; Росляков, Калинин, 1997).

Для территорий с широким распространением мощных (десятки метров) латеритных кор выветривания и кирасы (до 10 м — Республика Гвинея, Западная Африка) предложен эффективный метод поисков месторождений золота и радиоактивных элементов, основой которого является опробование материала промоин в кирасе и получение из него тяжелой фракции. Данные микроскопического и радиометрического исследования шлихов в сочетании с материалами ГИС (теневые модели рельефа, геологические карты) позволяют выделять перспективные участки для постановки разведочных работ (Жмодик и др., 2006, 2007).

4. Важной вехой в жизни отдела геохимии следует считать проведение в Новосибирске Всесоюзного совещания «Геология, геохимия золоторудных месторождений и перспективы золотоносности Сибири» (1975), Всесоюзной школы по обмену опытом «Геохимические поиски глубокозалегающих рудных месторождений» (1978), Всесоюзного симпозиума «Геохимия в локальном металлогеническом анализе» (1986), конференции «Рудная геохимия Сибири», посвященной 100-летию со дня рождения Ф.Н. Шахова (1994). Совещания организовывались и проводились при активном участии учеников и последователей Ф.Н. Шахова и являются свидетельством признания заслуг геохимиков Новосибирска в становлении и развитии геохимических методов поисков рудных, особенно золоторудных, месторождений. На этих совещаниях прозвучали доклады Ю.Г. Щербакова, Н.А. Рослякова, Н.В. Росляковой, Г.В. Нестеренко, Б.А. Воротникова о применимости геохимических методов в поисках глубокозалегающих и перекрытых месторождений золота; С.М. Жмодика о геологических и минералого-геохимических особенностях формирования и поисковых признаках полигенного золотого оруденения (зун-холбинский тип), связанного с породами офиолитовой ассоциации; В.А. Злобина о перспективах использования радиогеохимических методов при поисках золоторудных месторождений на Енисейском кряже; Н.А. Рослякова об оценке эндогенного оруденения по окисленным выходам; Н.В. Росляковой о редких землях как критерии локального прогноза богатых золотых руд.

5. Гидрогеохимические и иловые поиски. Гидрогеохимический метод поисков рудных месторождений в 60-е годы все еще относился к «косвенному методу» и не находил эффективного применения в производственной практике. Одна из причин — отсутствие обоснованных данных по закономерностям формирования водных потоков рассеяния, что не позволяло надежно интерпретировать выделяемые гидрогеохимические аномалии. Вопросами гидрогеохимии элементов в поисковых целях Ф.Н. Шахов поручил заняться Б.А. Воротникову и Л.М. Поповой. Их исследования базировались на изучении распределения содержаний и форм нахождения элементов в водных потоках рассеяния сульфидного оруденения Алтая и золоторудной минерализации Кузнецкого Алатау.

Впервые установлена зависимость состава элементов-индикаторов водных потоков рассеяния не только от состава сульфидного оруденения, но и от эродированности рудного выхода и интенсивности его окисления (Ворот-



Л.М. Попова замеряет уровень воды в скважине. Первая вода в будущем Академгородке, октябрь 1957 г.

ников, 1974). Параллельно с водами опробовались донные осадки, являющиеся составной частью водных потоков рассеяния. В донных осадках по сравнению с водами спектр аномальных элементов близок к составу главных рудообразующих элементов. По результатам гидрогеохимических исследований проведено ландшафтно-геохимическое районирование территории Алтая по условиям формирования водных потоков рассеяния и применимости гидрогеохимического метода поисков сульфидных месторождений.

Работы по изучению гидрогеохимии золота проводились на золоторудных полях Салаирского кряжа, Кузнецкого Алатау, Горного Алтая, Казахстана, Средней Азии и Монгольской Народной Республики. Установлено присутствие золота в водах всех природных ландшафтов. Его минимальные региональные фоновые содержания (0,001 мкг/л) свойственны щелочным сильно минерализованным водам умеренно

сухих степей и водам криогенных ландшафтов. Наиболее высокие фоновые содержания золота (до 0,005 мкг/л) присущи водам аридно-пустынно-степных ландшафтов. В водах золоторудных полей концентрация золота увеличивается на порядок по сравнению с региональным фоном, а в водах месторождений — на два порядка, что позволяет эффективно применять гидрогеохимические поиски скрытых и глубокозалегающих золоторудных месторождений (Воротников, Нестеренко, 1979).

6. Поиски и прогноз золотого оруденения по россыпям. Ф.Н. Шахов в 1961 г. писал: «Сибирь можно считать единственным районом в мире, где еще широко разрабатываются россыпи... Поиски коренных месторождений золота и переход промышленности на разработку рудного золота являются ныне назревшей и основной задачей производства... Направление теоретических научных исследований должно содействовать решению этой задачи». К важнейшим новым направлениям научных исследований в области геохимии золота и геологии его месторождений Ф.Н. Шахов относил те, которые «касаются проблемы генезиса эндогенных месторождений золота, их генетических типов, а также связей их с магматическими породами и россыпями». Проводимые на протяжении многих лет исследования россыпей включают всесторонний анализ основных закономерностей их формирования и размещения, изучение минералого-геохимических типоморфных свойств самородного россыпеобразующего золота и его соотношение с другими формами нахождения благородного металла, а также выявление главных факторов россыпеобразования в разнообразных геолого-металлогенетических и



Золото хоть где золото: в коре выветривания, аргиллизитах, золото-порфировых месторождениях! Н.А. Росляков на Международной конференции в г. Сыктывкаре, 2009 г.

ландшафтно-геоморфологических ситуациях юга Сибири. Наиболее важные результаты проведенных исследований отражены в публикациях (Нестеренко и др., 1984, 1985, 1987; Нестеренко, 1991; Нестеренко, Колпаков, 2007).

Самородное золото аллювиальных пластовых россыпей, которые представляют основной и наиболее распространенный их генетический тип, наследует многие типоморфные свойства металла рудных источников, в том числе интенсивно окисленных, и в то же время приобретает ряд новых свойств, отражающих условия россыпеобразования. Это позволяет использовать типоморфные особенности (геохимические и минералогические) россыпеобразующего золота для генетических и прогнозных построений. В частности, «сжатые» гистограммы пробности указывают на локальный источник, «растянутые» — на поступление золота из нескольких источников. Последний тип распределения, в отличие от первого, более характерен и может свидетельствовать о значительном перемыве и переотложении золотоносного аллювия. Наличие в составе самородного золота россыпи совокупностей с пробностью, не характерной для известных в пределах водосборной площади рудопроявлений, может указывать на вероятность развития еще не найденных золоторудных проявлений.

Хемогенные преобразования выражаются в формировании высокопробных кайм на более или менее окатанных частицах благородного металла. Степень их развития повышается с увеличением возраста и глубины залегания продуктивного пласта, содержания в золоте примесей, деформированности золотин. Каймы, развитые в процессе техногенной, а иногда и природной амальгамации, содержат значительную примесь ртути и характеризуются специфической петельчатой текстурой.

Первоисточником крупного металла россыпей часто служат мало- и умеренно-сульфидное золотокварцевое жильное оруденение, а мелкого —



минерализованные зоны и колчеданные руды. Неокатанное и слабоокатанное золото, наличие его сростков с кварцем и другими минералами – признак недалекого местоположения участков питания россыпи. Степень гидродинамического воздействия, которому подвергается аллювиальное золото, проявляется не только в его механической обработанности, но и в сортированности. Снесенные и переотложенные минералы представлены близкими по гидравлической крупности частицами, имеющими значимые положительные коэффициенты корреляции между уплощенностью и их размером (Нестеренко, Колпаков, 2007). Золотоносные автохтонные россыпи формируются в результате остаточного накопления слабо подвижного в водном потоке металла на протяжении длительной истории континентального развития территории. Они являются высококонтрастными и высокочувствительными индикаторами оруденения. Степень их освоенности (и выявленности) чрезвычайно высока. В то же время прямая связь между размерами россыпи и сохранившейся от эрозии части коренного источника проявляется далеко не всегда. Более того, россыпь может продолжать существовать в случае полной эрозии питающего рудного источника. Таким образом, связь между масштабами россыпи и сохранившейся от эрозии питающей рудной минерализацией носит вероятностный характер, а россыпи служат важным, но не единственным звеном поисково-оценочного комплекса на рудное золото водосборных площадей.

Важным дополнительным поисковым признаком, позволяющим разбраковывать золотоносные долины по их перспективности на золотое оруденение, является факт совмещенности россыпей и геохимических потоков рассеяния золоторудной минерализации (А. с., 1987). Высокое поисково-оценочное значение этого признака обусловлено тем обстоятельством, что аллювиальная россыпь и геохимический поток, существенно различаясь, во многом дополняют друг друга. По сравнению с россыпью геохимические потоки рассеяния золота (литогеохимические в илистых донных осадках и гидрогеохимические в водотоках) наиболее тесно и непосредственно связаны с золоторудной минерализацией. Они менее контрастны и менее устойчивы, по существу отражают интенсивность процессов денудации и выщелачивания золоторудной минерализации, происходящих на ныне существующем эрозионном срезе. Продуктивность литогеохимических и гидрогеохимических потоков, а также их элементный состав определяются не только сульфидностью золотоносного оруденения, но и степенью его химической преобразованности, положением в рельефе, климатом и другими региональными и местными факторами.