

УДК 553.411'43.075(041)(571.62)

# Интеллектуальный геологический супервайзинг при поисково–разведочных работах

Д.Д.Агапитов, А.Ф.Читалин (ООО "Институт геотехнологий", Москва), А.Р.Штенгелов (ООО "ИГТ-сервис", Москва)

Рассматривается роль и значение независимого геологического супервайзинга и его разновидности – интеллектуального (наукоемкого) геологического супервайзинга при организации и сопровождении геолого-поисковых и разведочных работ, оценке запасов полезных ископаемых, решении различных задач, возникающих при подготовке месторождения к эксплуатации, создании универсальных баз данных по исследуемым объектам, анализе геологических данных при прогнозировании новых месторождений и выборе перспективных поисковых участков. Интеллектуальный геологический супервайзинг обеспечивает высокую эффективность геологических исследований на различных этапах и рекомендуется к внедрению в обязательную современную практику геолого-поисковых и разведочных работ.

*Ключевые слова:* интеллектуальный, геологический супервайзинг; прогноз; ресурсы; месторождение; эффективность.



Дмитрий Дмитриевич АГАПИТОВ,  
исполнительный директор,  
кандидат геолого–минералогических наук



Андрей Федорович ЧИТАЛИН,  
главный геолог,  
кандидат геолого–минералогических наук



Артем Ростиславович ШТЕНГЕЛОВ,  
генеральный директор

Qualified Person ("Компетентное лицо", "Квалифицированный специалист") – опытный геолог, имеющий профессиональную аттестацию и полномочия руководить составлением отчетов (Technical Reports). Он несет личную ответственность за достоверность публикуемых материалов и выводов и дорожит своей профессиональной репутацией.

В 1971 г. в Австралии был учрежден Объединенный комитет по запасам руды (JORC) при Австралазийском институте горного дела и металлургии (AusIMM), Австралийского института геофизиков и геологов (AIG) и Совет Австралии по минеральным ресурсам, который сформулировал первые стандарты для Австралии и стран Азии, где преимущественно и работали представители австралийской горной школы.

С 1972 по 1985 г. JORC опубликовал ряд документов по публичной отчетности и классификации запасов руды. В 1976 г. в США был опубликован Бюллетень USGS (Геологическая служба США), а в 1989 г. вышло первое издание Кодекса JORC. С 1980 по 1982 г. были опубликованы два важных для будущего Кодекса JORC документа: "Циркуляр 831" USGS и документ компании Conzinc Rio Tinto Australia Ltd. (CRA) "Руководство для понимания оценки запасов руды". В первом документе определялись четкие различия между ресурсами (материалом в недрах) и запасами (экономически извлекаемым материалом), а во втором излагались многие принципы, которые легли в основу Кодекса [1].

Своеобразным катализатором обязательности проведения горного аудита стал скандал в Индонезии, возникший в связи с аферой вокруг Бусанга – "крупнейшего золотого месторождения XX века", якобы обнаруженного на востоке индонезийской части о-ва Борнео (Калимантан). О "находке века" сообщила в 1996 г. канадская геолого-разведочная компания Bre-X Minerals, входившая в группу компаний Bre-X. Согласно ее данным, месторождение содержало 71 млн унций золота (около 2000 т) на сумму 20 млрд долл. Привлеченные аудиторы подтвердили объявленные запасы.

**В** рудной геологии идеи создания независимого горно-геологического аудита витали в профессиональной среде стран, ориентированных на развитие горной и нефтяной промышленности, начиная с конца 1960-х годов. Чаще всего для этих целей просто привлекались специалисты с большим профессиональным опытом работы, со свободным видением и изложением необходимого итогового отчета. Стандартизация подачи материалов была очень условная. В 1972 г. было введено в обиход понятие Qualified Person [1].

После столь сенсационного сообщения акции Bre-X Minerals многократно выросли в цене, капитализация компании достигла 6 млрд долл., а на острове началась настоящая "золотая лихорадка". Однако у геологов крупных горнодобывающих компаний, заинтересовавшихся этим "уникальным месторождением", вскоре возникли сомнения в достоверности запасов золота. При бурении контрольных скважин выяснилось, что золота здесь нет, а пробы керна из разведочных скважин в течение нескольких лет "подсаживались" (искусственно заражались золотом) геологами Bre-X Minerals Ltd. После того как факт подлога был выявлен и стал достоянием общественности, "золотой пузырь" сдулся, а компания Bre-X Minerals Ltd. обанкротилась в 1997 г. В результате аферы "погорели" как мелкие держатели акций, так и крупные инвесторы. Обогатились лишь несколько мошенников, которые скрылись от правосудия.

Можно предположить, что с того момента, после биржевого шока от этой аферы, проведение независимого горного и геологического аудита стало одним из необходимых условий привлечения внешнего финансирования практически любых горных проектов.

В настоящее время существует множество международных горных кодексов, поскольку сразу же после публикации Кодекса JORC, который был принят горным и инвестиционным сообществами, аналогичные кодексы, стандарты и руководства были приняты в Южной Африке, Канаде, США (SME), странах Западной Европы, Чили и Перу и позже в России. Все они излагают стандарты, рекомендации и основные принципы публичной отчетности о результатах геологоразведки, минеральных ресурсах и запасах руды. В результате работы Объединенного комитета по международным стандартам отчетности о запасах (CRIRSCO) был достигнут значительный прогресс в применении согласованных стандартов отчетности во всем мире [1].

Одним из наиболее действенных механизмов привлечения средств на реализацию проектов является биржа. Поэтому биржевые площадки – главные потребители информации, предоставляемой недропользователями в отчетах, подготовленных горно-геологическим аудитом. Необходимо отметить, что стандарты отчетов о месторождениях твердых полезных ископаемых все же различаются: в России, как и во всей горно-геологической отрасли в мире, наиболее распространены австралийский Кодекс JORC и канадский National Instrument (NI) 43-101, которые имеют принципиальные различия. Стандарт JORC больше носит рамочный характер и с момента публикации первого издания Кодекса устанавливает минимальные стандарты, рекомендации и принципы применения публичной отчетности о результатах разведки, минеральных ресурсах и запасах руды в Австралии, в то время как NI 43-101 является принципиальным регулирующим документом, предписывающим определенный формат отчета, регламентирующий его структуру, участвующие стороны, объем раскрытия информации, и является соответственно более затратным.

Развитие горно-рудной отрасли привело к переходу на современные методы получения и обработки материалов на всех этапах – бурение, отбор проб, трехмерное блочное моделирование, подсчет и оценка запасов, проектирование и оптимизация горных выработок. На всех стадиях развития горного проекта (поиски, разведка, подсчет и оцен-

ка запасов, проектирование, производство) качественная горно-геологическая экспертиза и промежуточная экономическая оценка – эффективный способ снижения риска инвестирования.

В связи с требованиями современной банковской отчетности и кредитования, аудит по международным стандартам (JORC, NI 43-101, VALMIN, SAMREC и др.) является абсолютно необходимым условием для реализации многих горно-рудных проектов.

## Консалтинговые геологические компании

В условиях разной степени геологической изученности территории России, где есть слабо изученные регионы с "белыми пятнами", детальное изучение которых по разным причинам выпало из приоритетов государственной геологической службы, для компаний, вовлекаемых в процесс геологоразведки, приоритетным становятся вопросы оценки потенциала участков и снижения геологического риска. На первых этапах возникает необходимость переобработки и переосмысления значительного объема геологических данных. Все это влечет за собой длительный подготовительный камеральный период, включающий формирование баз доступных данных, их анализ и обобщение.

На этих этапах и появляется необходимость проведения некоего масштабирования (upscaling) – от крупного к мелкому. Важен симбиоз региональных и локальных знаний. В редких компаниях для таких целей готовы держать отдельных специалистов. Это всегда разные специалисты, с разной геологической эрудицией, пониманием алгоритма действий, этапности и конечной цели работы. В советской практике было достаточно много универсальных геологов, которые часто соединяли указанные специализированные направления геологии. Сейчас, в основном, необходимо создавать временные коллективы, в которых можно обсуждать и генерировать итоговую идею. Даже в крупных предприятиях направления работ геологических служб на это не ориентированы.

Альтернативным решением является вывод проблемы на *аутсорсинг* – привлечение консалтинговых компаний, специализирующихся именно на решении узких задач. Итогом всех этих подготовительных работ является выработка рекомендаций для недропользователя – по направлениям, видам и последовательности геолого-разведочных работ (ГРР).

**Консалтинг – управленческое консультирование по широкому кругу вопросов в сфере финансовой, юридической, технологической, технической, экспертной деятельности, оказываемое внешними консультантами для решения той или иной проблемы. Консалтинговые компании специализируются по отдельным направлениям деятельности.**

Независимые консалтинговые геологические компании по заказу недропользователя или других заинтересованных организаций проводят аудит геологических проектов,

оценивают качество работ, выполняют оценку минеральных ресурсов и запасов месторождений, а также предоставляют консультационные услуги. В своей деятельности они руководствуются вышеперечисленными документами и национальными отраслевыми стандартами. Работой на конкретном проекте руководит "компетентное лицо".

Присутствие специалистов-аудиторов консалтинговых компаний непосредственно на участках полевых работ, как правило, кратковременное – 2-3 посещения участка на несколько дней в сезон. Аудиторы вникают во все детали производственного процесса, общаются с геологами на участке, имеют доступ ко всей информации. Но они не имеют возможности глубоко "погружаться" в геологию участка, а также постоянно контролировать и, главное, требовать от исполнителей качественного выполнения работ и принятых процедур и регламентов. Этим занимается геологическая служба компании-недропользователя или субподрядная сервисная геологическая компания, которые формально также должны руководствоваться международными стандартами качества и процедурами, определяемыми вышеупомянутыми документами.

Как показывает опыт взаимодействия с консалтинговыми компаниями, недостаточная "погруженность" геологов этих компаний в проект, поверхностное знание геологии аудируемого месторождения часто приводит к тому, что геологическая и ресурсная модели, созданные специалистами консалтинговых компаний, не учитывают многие важные геолого-структурные особенности месторождения, поэтому оцененные запасы являются завышенными или заниженными. Наилучшие результаты получаются тогда, когда геологическая и ресурсная модели составляются специалистами компании-недропользователя или нанятой сервисной компании, а заверяются специалистами-аудиторами консалтинговой компании под руководством "компетентного лица".

В России также приходится оценивать запасы по стандартам ГКЗ, однако не все международные консалтинговые компании берутся самостоятельно выполнить такую работу.

Все аудиторско-консалтинговые и инжиниринговые компании предлагают примерно один и тот же спектр услуг при аудите минеральных ресурсов по JORC или NI 43-101, но различаются по ценам, срокам и качеству работ [2]:

- крупные компании – очень загруженные, обычно с самыми высокими часовыми расценками, выполняющие все виды аудита и оценки месторождений и горных предприятий, отчеты которых принимаются всеми инвесторами и биржами мира;
- средние компании – каждая из которых имеет некоторую специализацию в общем спектре подготовки технико-экономических обоснований горных проектов, частью которых также является оценка ресурсов по кодексу JORC или канадскому стандарту NI 43-101 и ряду совместимых с ними систем ЮАР, США и Великобритании;
- малые компании – недорогие, обычно узкоспециализированные, небольшие (вплоть до частных консультантов), "аудит" которых принимается со значительным дисконтом стоимости проектов только рискованными юниорскими биржами. В эту категорию часто попадают и компании-производители геоло-

гического и горно-рудного программного обеспечения, для которых оценка ресурсов является не профильным бизнесом, а одним из инструментов продвижения своего продукта.

Несомненно, что подобная классификация аудиторских компаний весьма условна, но одним из наиболее важных общих аспектов является их географическое местонахождение, поскольку согласно любой системе оценки представители компаний обязаны выехать на участок работ, что занимает до трети времени и бюджета аудита.

Практика работ западных аудиторских компаний в России выявила ряд негативных моментов [2]:

- практически системой является часто неадекватно завышенная стоимость работ с западными расценками при их фактическом выполнении отечественными специалистами, работающими в этих компаниях по найму;
- незнание отечественных геологических реалий и частое пренебрежение к российским геологическим материалам и запасам, в том числе и вследствие языкового барьера;
- представители западных аудиторских компаний в России часто не имеют профильного горно-геологического образования и соответственно компетенции, необходимым условием должно быть наличие у специалистов стажа работы в отрасли не менее 10-15 лет;
- занижение или осторожный (консервативный) подход к оценке запасов российских компаний и завышение запасов западных компаний, что прямым образом сказывается на их капитализации;
- условная неопределенность при переводе запасов/ресурсов отечественных категорий в международные и, чаще всего, занижение категорий запасов/ресурсов;
- отсутствие аккредитации в России и какой-либо финансовой или репутационной ответственности за некорректный или невысокий уровень выполнения аудита;
- "дикий" рынок аудита в России, когда отсутствие гласности и обсуждения результатов аудита под видом коммерческой тайны часто скрывает за собой "закрывание" проблем проекта перед рынком;
- зачастую недостаточная "геологичность" блочных моделей из-за незнания или непонимания региональной и местной геологии, недостаточного анализа базы данных, отсутствия тесных рабочих контактов специалиста по блочному моделированию и опытного геолога, хорошо представляющего разнообразие в морфологии рудных тел конкретных месторождений.

Учитывая сложность и многокомпонентность входных параметров для расчетов, необходимой в текущих условиях финансово-экономической стандартизации горных проектов для привлечения внешнего финансирования, альтернативы горно-геологическому аудиту не существует. Но есть достаточно действенный инструмент – независимый супервайзинг, позволяющий снизить затраты на проведение аудита и, что особенно важно, затраты на исправление возможно выявленных ошибок на каждом этапе реализации горного проекта.



## Геологический супервайзинг

Геологический супервайзер может обеспечить комплексное решение различных задач, стоящих перед недропользователем при поисках и разведке месторождений, и обеспечить качественное выполнение работ.

Понятие супервайзер (*supervisor – руководитель, наблюдатель, контролер*) начало применяться в Америке с 1970-х годов. Как многие высокотехнологичные, инновационные методы работ, идея организации службы геологического супервайзинга пришла из нефтегазовой промышленности.

Супервайзинг – это современный способ организации и осуществления контроля различных видов сложной деятельности с целью обеспечения необходимого качества работ и соответствия предписываемым требованиям со стороны как заказчика, так и надзорных служб. По опыту нефтегазовой геологоразведки, независимый супервайзинг является одним из наиболее действенных инструментов достижения качественных результатов работ.

В России профессия "супервайзер" появилась в начале 1990-х годов вместе с западными технологиями, повышением требований к качеству получаемых результатов и что самое главное – выводом из структуры нефтедобывающих предприятий на внешние услуги целого ряда переделов в цепочке организации бурения и других видов работ. Нефтяная промышленность стала первой переходить на организацию работ по уже общепринятым за рубежом схемам. Появились первые западные подрядные компании и сформировались российские сервисные компании. Одновременно возникла необходимость создания единого контроля за подготовкой и работой всего общего механизма организации работ.

Геологический супервайзинг необходим для достижения надлежащего качества и достоверности геолого-поисковых и разведочных работ, получения отчетности в стандартных формах.

Если у компании-недропользователя не хватает собственных кадровых ресурсов для выполнения крупных и сложных проектов, она может нанять специалистов или сервисные компании, специализирующиеся в таких разных областях, как геологическое сопровождение (документация, опробование, картирование и т.д.), геохимия, геофизика, технология, гидрогеология, научно-методическое сопровождение работ и т.д. В этом случае, как показывает опыт, для достижения максимальной эффективности и получения качественных результатов очень важна координация работ подрядчиков и своевременное выявление ошибок и "узких" мест, оценка рисков, своевременное привлечение специалистов научных организаций для решения нестандартных геологических ситуаций. В ряде случаев геологические службы компаний-недропользователей сами в состоянии контролировать подрядчиков и координировать их работу. Однако опыт показывает, что контроль работы сервисных компаний часто бывает недоста-

точен, а необходимая координация и возможность быстрого принятия решений отсутствует: получаемая геологическая информация своевременно не анализируется, базы данных не содержат всю информацию, не всегда соблюдаются стандарты и регламенты работ, качество пробоотбора, пробоподготовки и аналитических работ может не соответствовать российским и мировым стандартам, геологические карты и разрезы составляются с большой задержкой после окончания полевых работ, средства трехмерного геологического моделирования и структурного анализа не используются в должной мере, нет оперативности в анализе поступающих данных разведочного бурения и т.д. Координация работ подрядчиков может эффективно выполняться супервайзером.

Геологическая служба заказчика не всегда в должной мере контролирует составление геологических отчетов подрядными сервисными компаниями и не участвует в редактировании отчетов в процессе их написания, спорные вопросы не обсуждаются с геологами-исполнителями. Поэтому неконтролируемые заказчиком отчеты часто отличаются невысоким качеством иногда из-за отсутствия самой геологической идеи, а чаще из-за отсутствия общей смысловой редактур и контроля со стороны главного или ведущего геолога, отвечающего за проект. Контролировать написание итогового отчета и принимать участие в его подготовке также может независимый супервайзер.

Общеизвестно, что существуют регламенты подготовительных и полевых работ. Но не все их принимают и часто игнорируют. Особенно этим злоупотребляют небольшие предприятия, хотя иногда это имеет место и в крупных компаниях. Расходы на исправление ситуации после выявления возникающих проблем при дорогостоящем горно-геологическом аудите значительно увеличивают общие затраты на ГРП. Данные средства лучше вкладывать в дополнительные знания об объекте, что подтверждает общемировая практика серьезных компаний, привлекающих независимых супервайзеров.

Кроме того, наибольший эффект для собственников, геологических служб компаний и тех, кто в них отвечает за бюджет, достигается подключением супервайзеров уже на подготовительных стадиях реализации горно-рудных проектов, что позволяет уже на этой стадии начать работу по оптимизации затрат на поисковые ГРП.

Идеальным представляется организация непрерывного геологического супервайзинга, охватывающего все этапы работ, начиная с подготовительного (выбор перспективных площадей, составление проекта и рекогносцировочно-поисковых маршрутов) и заканчивая составлением геологического отчета, постановкой на баланс запасов, оценкой прогнозных ресурсов, а также минеральных ресурсов по стандартам NI 43-101 или JORC. В итоге это способствует оптимизации программ полевых работ на стадии подготовки проектов, сокращению расходов заказчика при проведении полевых работ и соответственно снижению итоговой себестоимости прироста запасов/ресурсов, повышению дисциплины производства работ, предотвращению нарушения программ работ подрядчиками, сокращению затрат на ликвидацию замечаний либо их предупреждению при проведении горно-геологического аудита по внутренним и зарубежным стандартам, снижению геологического риска.



Супервайзер может также проводить обучение персонала геологического подрядчика на участке работ.

Супервайзинг выгоден и заказчику, и подрядчику. Уверенность заказчика в положительных результатах изысканий при наличии на объекте работы своего представителя в лице супервайзера существенно повышается. Подрядчик же чувствует себя спокойнее в отношении конечного результата работы, так как при ее проведении каждое решение, каждое отступление от заранее запланированного согласовывалось с представителем заказчика.

Очень важно, чтобы обеспечивалась абсолютная независимость службы супервайзинга. Только в этом случае возможны повышение эффективности и качества работ, сокращение сроков их выполнения и, как следствие, значительная экономия денежных средств заказчика. Востребованность супервайзинга возникла не на пустом месте, а потому, что отсутствие строгого профессионального контроля достаточно часто приводит к получению некачественных результатов работ. В итоге возникает необходимость выполнения дополнительных работ и соответственно увеличение расходов.

Компания – геологический супервайзер, может наиболее эффективно обеспечить геологическое сопровождение поисковых и разведочных работ на современном мировом уровне для своевременного получения результатов высокого качества, максимума информации и экономической выгоды от затраченных инвестиций в ГРР.

В роли геологического супервайзера может выступать и сервисно-консалтинговая компания, специально ориентированная на выполнение комплекса работ, связанных с необходимостью **постоянного присутствия** специалистов на участке их проведения. Компания-супервайзер может выполнять как геологическое сопровождение всех видов полевых и камеральных работ, так и проводить оценку запасов в соответствии с российскими и международными требованиями. В таких компаниях преимущественно работают сертифицированные специалисты высокой квалификации с многолетним успешным производственным и научно-прикладным опытом на различных геологических объектах. Геологический супервайзер по поручению заказчика также управляет геологическим проектом – координирует и контролирует работу подрядчиков и субподрядчиков.

## Интеллектуальный (наукоемкий) геологический супервайзинг

Геологический супервайзинг может быть расширен до интеллектуального (наукоемкого) геологического супервайзинга – необходимого элемента геологического сопровождения полевых поисковых и разведочных работ, направленного на качественные улучшения результатов работ и получение максимальной информации от затраченных инвестиций в ГРР. При этом расширяется сама услуга, когда группа квалифицированных специалистов не только выступает "глазами и ушами" заказчика, наблюдает и добивается от исполнителей на участке проведения работ качества выполнения согласованной программы, но и по заданию заказчиков участвует на всех этапах реализации проекта – либо как соисполнитель, либо как

автономная команда, подчиняющаяся только заказчику и осуществляющая следующие функции:

- контроль всех процессов ГРР, предусматривающий постоянное присутствие на участке работ в течение всего полевого сезона квалифицированных представителей заказчика (ведущий и участковый геологи);
- контроль качества буровых работ, включая достоверность контрольных замеров глубины скважин, обеспечение сохранности керна (качество керновых ящиков, транспортировка, укладка, очистка керна и т.д.);
- оценка обоснованности принятия решения о закрытии скважины или продолжении бурения. Это один из важных моментов, поскольку участковые геологи часто из-за боязни ответственности, отсутствия мотивации или непонимания важности происходящего останавливают бурение скважины ("в руде" или в надрудном ореоле) на глубине, заданной проектом. Как результат – недополучение геологической информации, "потеря" рудных тел и удорожание проекта за счет необходимости бурения рядом более глубокой скважины. Для оперативного принятия решений по конкретной скважине опытным геологом-супервайзером (или под его контролем участковым геологом подрядчика или заказчика) сразу же выполняется документация керна по геологическим интервалам и ведется электронная база данных с ежедневной рассылкой ее по почте в офисы заказчика и компании-супервайзера. Поступающие геологические данные по скважине оперативно анализируются и обсуждаются геологами, участвующими в проекте, а затем супервайзером (при одобрении заказчиком) принимается решение о закрытии скважины (иногда скважина закрывается выше проектной глубины, что экономит время и средства) или о продолжении бурения скважины ниже проектной глубины до выхода из рудной минерализации;
- контроль качества геологической документации, включая идентичность определения геологических образований разными геологами, сверка документации с натурой, правильность определения количественных характеристик минералов, прожилков и т.д., разметка проб;
- контроль качества работ по занесению геологической информации в базу данных, включая выборочную сверку с натурой (повторную документацию керна скважины);
- пробоподготовка – несколько раз в смену супервайзер должен осуществлять контроль качества отбора проб и пробоподготовки, включая сопоставление теоретического и фактического выхода керна, правильность нанесения линии распила, распиловку керна, пробоотбор, оптимальность схемы пробоподготовки, продувку оборудования, деление пробы, добавление бланков и стандартных образцов состава, исключение путаницы в номерах проб, представительность аналитической навески, качество упаковки и маркировки проб;
- контроль качества хранения керна и дубликатов проб;
- интерпретация (речь идет об интерпретации именно в текущем режиме для решения оперативных за-

дач, которую *аудитор* может использовать в конце полевого сезона) и оперативное построение геологической модели и разрезов;

- оперативное принятие решений по программе работ по перераспределению объемов бурения. В случаях, когда по результатам геологической документации или результатам анализов в процессе геологической интерпретации возникнет вопрос о нецелесообразности бурения отдельных скважин или наоборот, по согласованию с заказчиком объем бурения будет перераспределен;
- контроль качества сопутствующих работ, таких как определение плотности, отбор проб на внутренний и внешний контроль и т.д.;
- возможность on-line привлечения специалистов из головного офиса супервайзера для круглосуточной консультативной поддержки.

Преимущества схемы работ с использованием интеллектуального геологического супервайзинга:

- оптимизация программы полевых работ уже на стадии подготовки;
- сокращение расходов заказчика при проведении полевых работ и соответственно снижение итоговой себестоимости прироста запасов/ресурсов;
- повышение дисциплины производства работ и предотвращение нарушений программы работ буровыми и геологическими подрядчиками;
- проведение обучения и(или) тестирования персонала геологического подрядчика на участке работ;
- сокращение затрат на ликвидацию замечаний или их предупреждение при проведении горно-геологического аудита по внутренним и зарубежным стандартам;
- снижение геологического риска;
- повышение успешности проведения ГРП;
- постоянная информированность заказчика о текущей ситуации на объекте, что дает ему возможность участвовать в оперативных решениях.

На краткосрочных (3-4 года) поисково-разведочных проектах подобная команда супервайзеров может частично заменять или усиливать геологическую службу заказчика, формируя главную ценность любого геолого-разведочного проекта – по возможности полную и объективную геологическую информацию. При реализации подобных сценариев заказчик лишен необходимости после завершения или продажи проекта заниматься оптимизацией собственного штата специалистов. Эта проблема остается за пределами его компании.

**Интеллектуальный геологический супервайзинг – это наукоемкий геологический процесс, который проводится специалистами и экспертами высокой и высшей квалификации, обязательно с привлечением отдельных, обладающих узкой специализацией, научных сотрудников и научных организаций.**

Компания-супервайзер, помимо штатных сотрудников, может привлекать к работе по проекту отдельных специа-

листов-производственников и производственные коллективы, научных работников и научные коллективы для решения различных нестандартных и сложных геологических задач, требующих проведения углубленных технологических и научных исследований. Это позволяет обеспечить высокое качество и значимые результаты выполненных работ, высокую эффективность оценки потенциала изучаемых участков и прогноза новых месторождений.

Все выполняется с использованием базовых принципов научных исследований (Факты – Анализ – Синтез – Докладательство – Интерпретация – Прогноз), подразумевающих сбор всех доступных фактических материалов, относящихся к объекту исследований, их комплексную обработку, последующий анализ и синтез полученных данных, интерпретацию результатов и, в итоге, выработку практических рекомендаций и прогнозирование рудных объектов.

Важным принципом научного подхода является исключение стереотипов и существующих моделей, "зашоренности" даже на ранних стадиях начала изучения объекта. Несомненно, что первые оценки перспективных площадей, особенно у опытных геологов, идут по аналогии с изученными. При презентации новых месторождений практически все стараются встроить свой объект в некую линейку более или менее известных месторождений, в стандартные модели. Но это хорошо для презентаций на рынке – для популяризации месторождения на начальных этапах его опоискования и разведки. Но природа разнообразна и одинаковых месторождений не бывает. Поэтому очень важно отойти от упрощенных моделей месторождений, от шаблона. В 1998 г. Noel C. White – известный эксперт-консультант по рудным месторождениям, главный геолог австралийской горно-добывающей компании BHP, на лекции по моделям месторождений сказал, что "геологи должны хорошо знать модели месторождений, но когда ищем месторождение и изучаем новый рудный объект, нужно забыть о моделях!".

Геологический супервайзер может выполнить эффективный анализ геологических материалов работ предшественников – как фондовых отчетов, так и опубликованной научной литературы по району предполагаемых работ и по региону в целом, а также сформировать базу данных, составить рабочий ГИС-проект, обобщить полученные данные и дать обоснованные рекомендации заказчику для выбора перспективных поисковых участков.

Участие вместе с геологами заказчика в рекогносцировочно-поисковых маршрутах позволит на месте оценить геологическую ситуацию, достоверность результатов ранее выполненных работ, провести начальное опробование минерализованных пород, составить предварительную геологическую модель участка и оценить его перспективы.

Отдельно следует сказать о ГИС-проектах, которые должны создаваться с началом работ на участке, развиваться и актуализироваться по мере их выполнения. Опыт показывает, что геологическая служба компаний-недропользователей не всегда имеет возможность своевременно развивать ГИС-проект, что с наращиванием информационного массива делает его использование малоэффективным. С этой задачей хорошо справится компания-геологический супервайзер, которая, имея в своем штате геологов (специалистов по геоинформационным системам),

сможет развивать ГИС-проект по мере поступления информации и поддерживать его в актуальном состоянии. Кроме того, если подрядчики обычно создают свои ГИС-проекты, которые в итоге необходимо "вливать" в единый ГИС-проект по участку работ, то в задачи компании также входит ревизия, переработка и адаптация поступающих данных либо по итогам работ, либо в режим "on line".

## Подготовка высококвалифицированных специалистов для геологического супервайзинга

Отечественная геологическая школа была и останется одной из ведущих в мире. Но сегодня для подготовки собственных специалистов необходима интеграция с другими школами, знание и успешное применение лучших мировых геолого-разведочных практик. Коллективная мысль и разнообразие подходов к оценке перспектив того или иного объекта, практическая реализация – через программы физических объемов работ, их сопровождение до получения фактуры и последующее геомоделирование – являются необходимыми условиями подготовки высококлассных специалистов.

Многолетний опыт работы авторов показывает, что специалисты различных подрядных предприятий и организаций имеют разный качественный уровень теоретической и практической подготовки, разный прикладной опыт, разную способность к решению нестандартных геологических задач и частое отсутствие административной возможности для принятия оперативных решений. Поэтому при привлечении независимых супервайзеров к реализации проекта с заказчиком и подрядчиками всегда обговаривалась возможность "кастинга" специалистов (здесь особенно важно привлекать к реализации проектов местных опытных геологов, хорошо знающих именно локальную геологию), выбора лучших из них для работы по проекту, а также возможность оперативного отстранения от работы специалистов низкой квалификации (такие случаи были).

Подразумевается, что в штате компании-супервайзера работают опытные специалисты высокой квалификации – геологи, экономисты, технологи и др., а также молодые перспективные специалисты, как правило с научной степенью и практическим опытом работы в горно-геологических, сервисных и консалтинговых компаниях, а также заинтересованные в профессиональном совершенствовании студенты старших курсов и аспиранты геологических факультетов. Подготовка персонала происходит путем мотивации к обучению именно через решение практических задач. Научная и кадровая база формируется в сотрудничестве с ведущими вузами.

## Интеллектуальный геологический супервайзинг при поисковых работах

В настоящее время разведываются и отрабатываются в основном месторождения, выявленные еще советскими геологами. Некогда мощнейшая "геологическая империя" создавалась под задачи экономики СССР, изолированной от мира страны. Ее достижениями мы пользуемся до сих

пор. Крупные золоторудные месторождения Олимпиада, Песчанка, Дражное, Павлик, Прогноз, Майское, Наталка, Новоширокинское, Сухой Лог и др. – список объектов, найденных и положительно оцененных еще в советское время, но доведенные до ума и ставшие промышленными месторождениями уже в постсоветское время с активным участием частных инвесторов.

Исключениями, наверное, являются месторождение Купол на Чукотке, открытое в 1995 г. Анойским горно-геологическим государственным предприятием и доведенное позже до коммерческого состояния компанией BetaGold и в последствии Kinross, а также месторождение Малмыж в Хабаровском крае – крупная золото-меднопорфировая система, выявленная в 2005-2007 гг. горно-добывающей компанией Phelps Dodge Corporation (США) на участке, который по результатам детальных поисковых работ (1970-1976) получил отрицательную оценку на рудное золото.

В стране практически исчерпан резерв крупных и средних золоторудных объектов. Практически остановлена аукционная активность на золоторудные объекты из-за почти полного отсутствия участков недр с подготовленными прогнозными ресурсами или хотя бы имеющими апробированную оценку. Например, на Чукотке на аукционы выставляются преимущественно небольшие объекты, россыпи или участки с весьма спорными ресурсами, которые требуют тщательной заверки. Такая же ситуация и в других регионах.

Исключением стало долгожданное выставление в январе 2017 г. на аукцион и приобретение прав на разведку и добычу благородных металлов месторождения Сухой Лог ООО "СЛ Золото" (учредители АО "Золотодобывающая компания "Полюс" и ООО "РТ-Развитие бизнеса"), расположенного в Бодайбинском районе Иркутской области.

В остальном, отсутствие или недостаточное финансирование геологического изучения за счет средств федерального бюджета привело к нарушению или разрыву в системе подготовки и выставлению на аукционы участков недр с апробированными ресурсами, что, в конечном итоге, ведет к сокращению инвестиций частного капитала в ГРП на новых объектах.

В итоговом докладе "О результатах и основных направлениях деятельности Роснедр за 2015 год и задачах на 2016 год" [3] указано, что в 2015 г. на реализацию целей и задач государственной программы "Воспроизводство и использование природных ресурсов" из выделенных 32,46 млрд р. государство потратило 4,04 млрд р. (12,4%) на поисковые работы на благородные металлы и алмазы. Значительное снижение объемов бюджетного финансирования (на 38% к уровню 2014 г.) привело к сокращению (на 23%) количества объектов ГРП: 160 в 2015 г. против 207 в 2014 г.

Приказ МРР России от 15.03.2005 г. № 61 "Об утверждении Порядка рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для геологического изучения недр" пережил 7 редакций. Введение в 2014 г. "заявочного" принципа на получение лицензий на геологическое изучение в отношении участков недр с низкой степенью геологической изученности привело к значительному увеличению количества заявок на геологическое изучение (твердые полезные ископаемые) за счет средств недропользователей –



за прошедшие 2 года подано 2200 заявок, 787 из которых были удовлетворены.

Документ, который несколько либерализовал возможность лицензирования участков недр, похоже, оказался единственной возможностью подстегнуть потенциальных инвесторов.

Заявки на участки для проведения поисково-оценочных работ на условиях коммерческого риска стали подавать крупные горно-добывающие и юниорные геологические компании, которые имеют различные интеллектуальные и технические возможности, разные временные и финансовые ограничения. Схожи они в одном – в частных компаниях эффективность выше, удельные затраты на выявление и подготовку ресурсов/запасов значительно ниже, чем в государственных.

Либерализация возможности проведения поисково-разведочных работ позволила увеличить шансы выявления новых месторождений или прирастить запасы на действующих – на флангах или периферийных участках. Перераспределение геологических и экономических рисков между государством и частными инвесторами – задача во многих сегментах производства. Ведь только по заявленным программам работ по 787 выданным лицензиям частные инвестиции составят не менее 30 млрд р.

Но, в свою очередь, частая удаленность от инфраструктурных объектов представляемых на конкурс участков, отсутствие по ним доступной геологической информации, земельные вопросы, боязнь административных барьеров, а главное – бюрократические процедуры, осложняющие заявочный процесс (на этапе подачи заявки потенциальный недропользователь должен еще убедить комиссию множеством документов, что он достоин рисковать и тратить собственные средства), – все это влияет на активность заявителей в разных регионах России. Возможно, введение в действие приказа от 10 ноября 2016 г. № 583 "Об утверждении Порядка рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для геологического изучения недр (за исключением недр на участках недр федерального значения и участках недр местного значения)" как-то снивелирует эти сложности.

Выбор перспективных участков для лицензирования является ключевым моментом, так как геологический риск существует всегда, а минимизировать его можно только осмыслением вседоступной геологической информации и ознакомлением с геологией участка в процессе рекогносцировочных маршрутов, которые должны выполняться опытными геологами-экспертами, способными по комплексу различных поисковых признаков дать предварительную оценку участку.

Работа заключается в следующем. В результате обработки материалов определяется вероятность выявления новых месторождений, например золота и серебра, в известных рудных узлах, не охваченных лицензированием, за пределами рудных узлов – на недостаточно изученных и опосредованных участках, на плохо обнаженных участках (здесь для эффективных поисков необходимы глубинная геохимия, картировочное бурение, геофизика, поисковое бурение).

С использованием картографических и аналитических возможностей специализированного лицензионного про-

граммного обеспечения проводится комплексный анализ разномасштабной геологической, структурной, геохимической, геофизической информации, космоснимков высокого разрешения. Выделяются региональные и локальные структурные парагенезы, структурные ловушки, рассматривается их связь с магматизмом и рудоносность. Для этого осуществляют структурный анализ геологических карт: прорисовка осей складок, выделение наложенных складок и сигмоид, анализ кинематики разрывов, выделение сопряженных и разновозрастных разрывов, в частности сдвигов. С позиции геолого-структурного анализа интерпретируются геохимические и геофизические поля. Структурный анализ линеаментов на космоснимках позволяет выделить структурные рисунки, характерные для сдвигов. С помощью автоматизированного компьютерного анализа линеаментных сетей выделяются зоны трещиноватости, после чего анализируется их рудоносность. Проводится сравнение выявленных структур с тектонофизическими моделями: выделение потенциально рудоносных опережающих и опережающих разрывов, дуплексов растяжения и сжатия, прогноз рудных узлов, полей и тел. По возможности выполняются полевые структурно-геологические исследования: детальное структурно-геологическое картирование, структурные исследования коренных обнажений, канав, керн скважин, что позволяет выделить структурные парагенезы (сдвиговые, надвиговые, сбросовые, растяжения) и оценить их рудоконтролирующее значение.

На этом этапе и выделяются перспективные участки, на которых *проводится локальное прогнозирование* с выделением потенциальных рудоносных структур. Таким образом, благодаря уже имеющимся материалам и их анализу можно наметить месторождение. Ярким примером является предсказание и открытие крупного золото-медно-порфирового месторождения Малмыж, участок которого по результатам детальных поисков был забракован геологами в 1970-х годах, но на основе анализа геологических отчетов вновь положительно оценен в результате последующих полевых рекогносцировочных и поисковых работ как перспективный для поисков медно-порфирового месторождения [3].

Итогом всех этих подготовительных работ и должна являться выработка рекомендаций по лицензированию участка, формирование необходимой программы геологических исследований и соответственно предварительная оценка бюджета проекта.

По убеждению авторов, одной из функций интеллектуального геологического супервайзинга является как раз анализ геологических данных, синтез новых знаний и выработка рекомендаций для недропользователя. Опыт показывает, что геологи компании-недропользователя не всегда имеют возможность в предполевой период изучить все отчеты по региону, поэтому многие поисковые участки отбраковываются только после полевого посещения, хотя это можно было сделать еще в предполевой камеральный период. Эффективность полевых работ тем самым снижается, а стоимость оценки одного участка повышается.

Примером супервайзинговой сервисно-консалтинговой компании, осуществляющей интеллектуальный геологический супервайзинг, может служить **ООО "Институт геотехнологий" (ИГТ)**, который объединяет группу частных

независимых компаний, занимающихся консалтингом, организацией и сопровождением поисково-разведочных работ. Команда специалистов, собранных в ИГТ, на протяжении ряда лет успешно проводила поисково-оценочные и разведочные работы на территории РФ (в том числе в Чукотском АО, в Республике Саха (Якутия), Хабаровском, Камчатском, Забайкальском краях), Казахстане, Мавритании, Монголии и др. Ключевой персонал может работать как по регламентам ГКЗ, так и по стандартам JORC или NI 43-101 и при необходимости способен сочетать обе нормативные базы. Специалисты компании имеют обширный практический опыт работы в проведении поисково-оценочных и разведочных работ на различные виды полезных ископаемых по всему миру. В штате ИГТ доктора и кандидаты наук, эксперты ГКЗ, компетентные персоны (Qualified Person).

Знание и успешное применение лучших мировых геолого-разведочных практик, полученных в ходе тесного взаимодействия с ведущими мировыми горно-добывающими, консалтинговыми и инженерными компаниями, позволяет ИГТ принимать участие в геолого-экономической оценке проектов, находящихся на различных стадиях реализации – от нулевого цикла до ТЭО постоянных кондиций. Высокая мобильность персонала компании помогает организовывать и успешно проводить полевые работы в сложнейших климатических и логистических условиях Восточной Сибири и Крайнего Севера.

Отдельными видами работ ИГТ являются составление региональных прогнозно-поисковых карт, на основе которых выделяются новые поисковые площади, перспективные для поисков месторождений благородных и цветных металлов, а также составление программ поисковых работ по заказам потенциальных недропользователей. Подобные работы рассматриваются как элемент интеллектуального геологического супервайзинга.

В частности, для Колымско-Чукотского региона подобная работа выполняется совместно с партнерами – компанией ООО "Геохимпоиски МГУ", на основе электронных баз данных Чукотки (рудная минерализация, геология, геохимия, геофизика, россыпи и др.), которые пополняются данными из существующих геологических отчетов, а также полученных в процессе проведения поисково-оценочных и разведочных работ.

Для определения перспективных площадей, помимо анализа региональных геохимических данных, большую роль играет анализ региональной структуры и выявление рудоконтролирующих зон и узлов их пересечения, структурных ловушек, характерных для разных типов рудной минерализации. Проводится комплексный анализ разномасштабной геологической, структурной, геохимической, геофизической информации. Используются современные методы обработки и интерпретации космоснимков высокого разрешения (компьютерный линеаментный анализ, анализ ASTER аномалий и др.). Исследования выполняются с использованием картографических и аналитических возможностей лицензионного программного обеспечения ESRI ArcGis, MICROMINE и др.

Установлена важная роль в структурном контроле рудной минерализации разномасштабных сдвиговых структурных парагенезов, поэтому особо внимание уделяется

диагностике и типизации сдвиговых структур, изучению их связи с магматизмом и рудоносностью. Выполняется детальное структурно-геологическое картирование рудных полей, проводятся структурные исследования в коренных обнажениях, в канавах, в керне скважин, составляются структурные схемы рудных узлов, полей, месторождений, на космоснимках выделяются структурные рисунки, характерные для сдвигов, выполняется компьютерный анализ линеаментных сетей и структурная интерпретация выявленных рудоносных зон трещиноватости.

Проводится структурный анализ разномасштабных геологических карт и анализируется история развития структуры в геодинамическом аспекте. Результатом структурных исследований является выделение структурных парагенезов (сдвиговых, надвиговых, сбросовых, растяжения) и структурных ансамблей, оценивается их рудоносность.

Сравнение изученных структур с современными тектонофизическими моделями [4] позволяет выделить потенциально рудоносные опережающие и опережающие разрывы скальвания и отрыва, определить структурные ловушки (дуплексы растяжения и сжатия) и оценить их роль в строении рудных узлов, полей и тел. Выполняется структурно-геологический анализ геохимических и геофизических полей и структурная интерпретация геохимических и геофизических аномалий. В итоге выделяются перспективные участки, рудоносные структуры и потенциальные рудные тела.

Таким образом, благодаря комплексному анализу уже имеющихся материалов с определенной вероятностью можно спрогнозировать месторождение (в качестве дополнительного метода можно использовать компьютерный прогноз с применением известных алгоритмов, хотя он часто бывает формальным и не всегда совпадает с оценками геологов-экспертов).

Для Западной Чукотки выполнен анализ пространственного распределения в региональной структуре месторождений, проявлений и пунктов минерализации золота, серебра, меди, молибдена, свинца, цинка и других металлов.

Обоснована вероятность выявления новых месторождений:

- в известных рудных узлах, не охваченных лицензированием;
- за пределами рудных узлов на недостаточно изученных и опосредованных участках;
- на плохо обнаженных участках (для поисков здесь необходимы глубинная геохимия, картировочное бурение, геофизика, поисковое бурение).

Установлено, что подавляющее число проявлений металлов концентрируется в меридиональных линейных зонах, пересекающих складчато-разрывную структуру различных террейнов (рис. 1). Эти наложенные региональные рудные зоны интерпретируются как зоны растяжения и сдвига, в пределах которых можно прогнозировать новые перспективные рудные узлы и поля, опираясь на эмпирические данные дискретного распределения рудоносных структур (рудный шаг), а также на известные закономерности структурной эволюции зон растяжения и сдвига, хорошо изученные при тектонофизическом моделировании разломов [4].



Рис. 1. Рудоносные зоны растяжения и сдвига Западной Чукотки

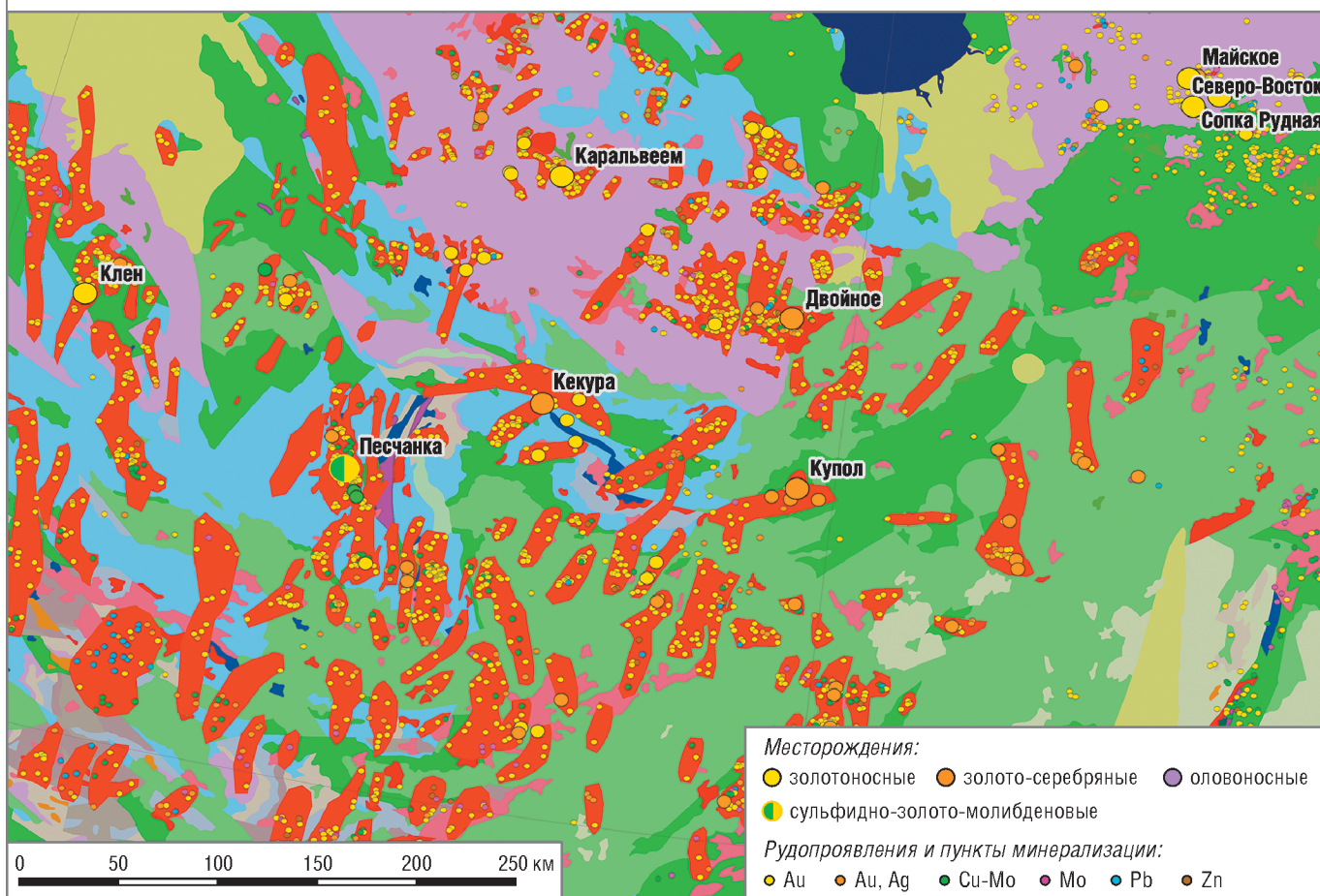
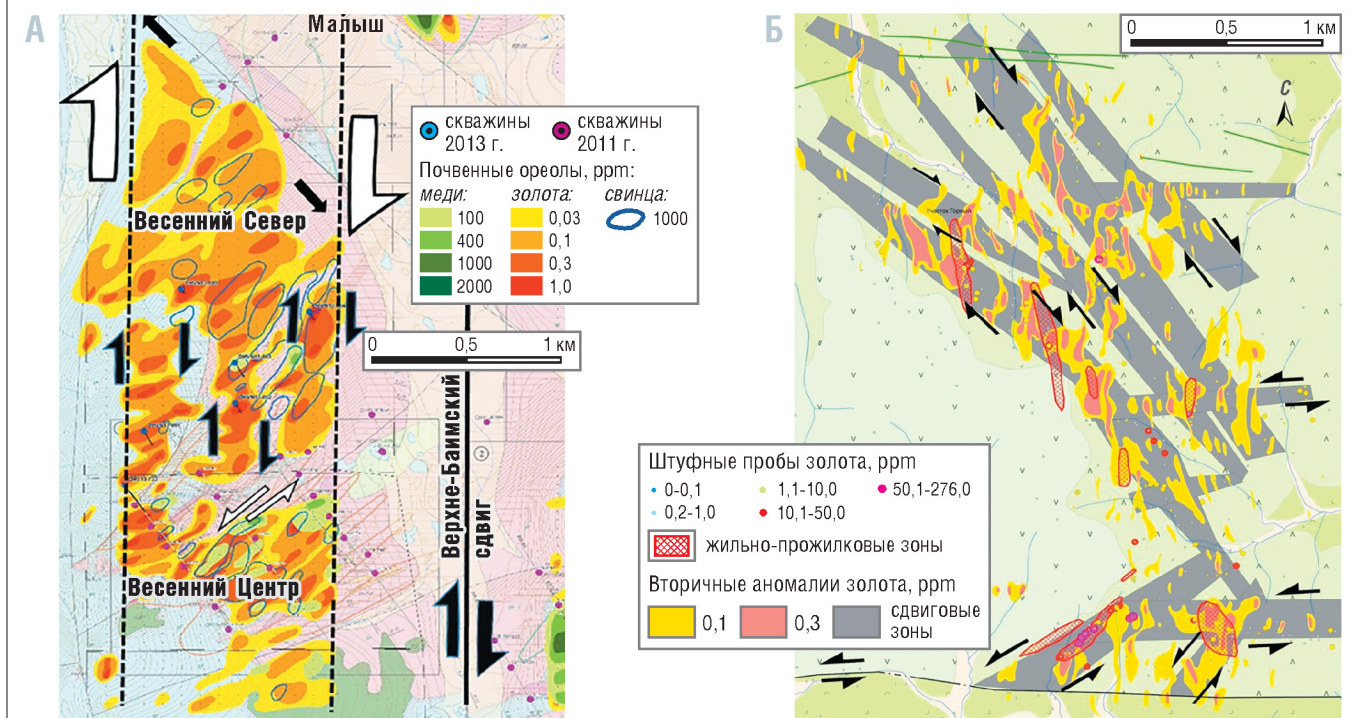


Рис. 2. Примеры геолого-структурной интерпретации геохимических полей вторичных ореолов рассеяния золота (А – участок Весенний Находкинского рудного поля; Б – участок Горный Канчалано-Амгуэмской площади)





На намеченных перспективных участках проводится локальное прогнозирование с выделением потенциальных рудных полей и рудных тел, составляется детальная программа геолого-поисковых работ. При локальном прогнозировании выполняется геолого-структурный анализ крупномасштабных и детальных геологических, геофизических и геохимических карт.

Геохимические и геофизические аномалии увязываются с геологической структурой, с известными рудными телами и зонами. Оконтуриваются рудоконтролирующие структуры – линейные и изометричные, определяются их геолого-морфологические типы, взаимосвязи и структурные парагенезы. Выявляются аномалии, связанные с локальными рудоносными структурами растяжения, – отрывами и приоткрытыми сколами. Прогнозируются структурные ловушки, перспективные для поисков крупнообъемного оруденения: штокерки в узлах пересечения сдвиговых зон, жильно-прожилковые структуры растяжения на сопряжении кулисных сдвигов (дуплексы растяжения), структуры типа "конский хвост" и "метелка" на окончаниях сдвигов.

Весьма эффективным методом является структурная интерпретация геохимических аномалий. Ядра локальных вторичных геохимических аномалий во многих случаях (по данным заверки поисковыми канавами и скважинами) обусловлены золотоносными кварцевыми жилами и линейными штокерками и интерпретируются как рудоносные структуры растяжения – отрыва. По кулисному расположению в плане локальных аномалий внутри линейных геохимических зон определяется кинематика сдвиговых смещений по рудоконтролирующим разломам и рассредоточенным зонам сдвиговых деформаций. Наиболее интенсивные и перспективные аномалии приурочены, как правило, к узлам пересечения разноориентированных сопряженных сдвиговых зон с различными знаками смещения – правые и левые сдвиги (рис. 2).

Выделенные перспективные площади для поисков месторождений золота, серебра и цветных металлов могут заинтересовать потенциальных и работающих на Чукотке недропользователей.

## Заключение

По обширному опыту геолого-разведочных работ на нефть и газ независимый супервайзинг является одним из наиболее действенных инструментов достижения качественных результатов. Такая же ситуация уже прослеживается и при поиске, и разведке благородных и цветных металлов – наибольший итоговый эффект при проведении работ достигается подключением независимых геологических супервайзеров на всех стадиях реализации горно-рудных проектов – от анализа первичных материалов и программы полевых работ до ее реализации.

В итоге это дает:

- оптимизацию программ полевых работ уже на стадии подготовки проектов;
- сокращение расходов заказчика при проведении полевых работ и соответственно снижение итоговой себестоимости прироста запасов/ресурсов;

- повышение дисциплины производства работ и предотвращение нарушения программ работ подрядчиками;
- сокращение затрат на ликвидацию замечаний либо их предупреждение при проведении горно-геологического аудита по внутренним и зарубежным стандартам;
- снижение геологического риска;
- повышение успешности проведения ГРП и получение максимально возможной геологической информации.

Интеллектуальный (наукоемкий) геологический супервайзинг как разновидность независимого геологического супервайзинга обеспечивает высокую эффективность геологических исследований на различных этапах и рекомендуется к внедрению в практику геолого-поисковых и разведочных работ.

## Литература

1. Сборник международных горных кодексов JORC, VALMIN, Австралийское руководство по оценке и классификации угольных ресурсов // IMC Montan, 2015. – М.: Горная книга, 2015.
2. Соболев А.О. Геологический аудит по международным стандартам и проблемы горно-геологической отрасли в России // Золотодобыча. – № 178, сентябрь, 2013.
3. Малмыж – новая крупная золото-медно-порфировая система мирового класса на Сихотэ-Алине / А.Ф.Читалин, К.И.Воскресенский, Е.К.Игнатъев [и др.] // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2013. – № 3. – С. 68-73.
4. Семинский К.Ж. Внутренняя структура континентальных разломных зон: тектонофизический аспект. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, Филиал "ГЕО", 2003. – 243 с.

© Агапитов Д.Д., Читалин А.Ф., Штенгелов А.Р., 2017  
 Агапитов Дмитрий Дмитриевич, d.agapitov@igeotech.ru  
 Читалин Андрей Федорович, a.chitalin@igeotech.ru  
 Штенгелов Артем Ростиславович, a.shtengelov@igeotech.ru

## Intellectual geological supervision of exploration

*D.D. Agapitov, A.F. Chitalin (Institute of Geotechnology LLC, Moscow), A.R. Shtengelov (IGT-Service LLC, Moscow)*

The paper discusses the role and importance of independent geological supervision, specifically, one of its types, such as intellectual (science-intensive) geological supervision at the stage of exploration and prospecting design development and follow-up, estimation of mineral resources, solving various problems occurring during field preparation for development, creation of multipurpose databases on the targets under survey, geological data analysis during outlining new fields, and selection of prospective areas for surveying. Intellectual geological supervision ensures high efficiency of geological surveys at different stages, and is recommended for mandatory use in geological exploration and prospecting practices.

*Key words: intellectual geological supervision; prediction; resources; field; efficiency.*