

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОЙ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ НА ТЕРРИТОРИИ ВИТИМСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

П.С. Бабаянц, Т.Ю. Лаврова, А.А. Трусков
ЗАО «ГНПП «Аэрогеофизика», Москва, bab@aerogeo.ru

ЗАО «ГНПП «Аэрогеофизика» в 2007-2010 гг. выполнена комплексная (магнитная, спектрометрическая, аэроэлектроразведка методом ДИП-А) аэрогеофизическая съемка на территории листов N-49-XII, XVI-XVIII, XXII-XXIV (Витимский горнорудный район). Съемка масштаба 1:50 000 была выполнена на общей площади 34 000 кв. км, кроме того проектом предусматривалась детализация масштаба 1:10 000 на четырех участках (Хойготский, Троицкий, Талойский, Байтахский) общей площадью 6 800 кв. км. Целевым назначением работ являлось создание геофизической основы для обеспечения геолого-съёмочных работ масштаба 1:200 000 и оценка перспектив территории на золото и уран. По результатам работ получены следующие основные методические и геологические результаты.

Впервые в отечественной и мировой практике в состав комплекса методов обеспечения аэрогеофизической основы геологосъёмочных работ был включен электроразведочный канал, что позволило существенно повысить общегеологическую и прогнозную эффективность комплекса. По результатам выполненных работ получены геофизические материалы, качество которых отвечает самым жестким современным требованиям.

Была выполнена альтернативная обработка данных аэрогамма-спектрометрии (помимо стандартной методики, основанной на использовании данных о скоростях счета в дифференциальных окнах) с применением методики, базирующейся на вычислении площадей фотопиков. Указанная методика позволила существенно улучшить качество исходных карт компонент поля радиоактивности, в первую очередь – карт содержания урана. По результатам специально отработано на разных высотах контрольного маршрута был выполнен анализ влияния высоты точек наблюдения на результаты аэрогамма-спектрометрии. Выполненный анализ показал, что оптимальной высотой аэрогамма-спектрометрической съемки (для масштаба 1:50 000) является 125-150 м, при этом данные сохраняют кондиционность при увеличении высоты полета до 200 м, а возможно – и более.

Интерпретация комплексных аэрогеофизических данных по площади работ в целом и по каждому из детальных участков осуществлялась в два этапа. На первом этапе выполнялась общая геофизическая интерпретация данных, базирующаяся на использовании методов и технологий, не учитывающих (или учитывающих ограниченно) априорную геолого-геофизическую информацию. При этом, наряду с результатами комплексной аэрогеофизической съемки, дополнительно использовались данные Государственной гравиметрической съемки масштаба 1:200 000 (в виде матриц значений гравитационного поля в редукции Буге в условном уровне с размером ячейки 2×2 км), полученные в установленном порядке. На втором этапе выполнялась целевая интерпретация данных, в каждом случае направленная на решение конкретной геологической задачи.

В рамках первого этапа интерпретации выполнено физико-математическое моделирование потенциальных полей (гравитационного и магнитного), в ходе которого были оценены глубины верхних кромок аномальных объектов; рассчитаны модели распределения эффективных избыточных свойств (плотности и намагниченности) пород верхней части разреза; выполнено объемное моделирование потенциальных полей с получением 3D-моделей распределения эффективных параметров; закартированы наиболее ярко проявленные тектонические нарушения. Для отдельных, наиболее интенсивных и контрастно проявленных аномалий магнитного поля, а также по опорным геологическим разрезам, была выполнена количественная интерпретация с определением характеристик аномальных объектов.

Для общей интерпретации данных аэроэлектроразведки ДИП-А использовались вычисленные в процессе камеральной обработки значения эффективных сопротивлений, рассматривающиеся как карты первичных полей ДИП. Для оценки характера изменений электрической проводимости разреза по глубине с использованием аппарата регрессионного анализа были вычислены приведенные сопротивления для частот 130, 520 и 2080 Гц, характеризующие электрические свойства разреза на глубине скин-слоя. С использованием вычисленных значений мощностей скин-слоя в качестве эффективных глубин, к которым относятся сопротивления на соответствующих частотах, были синтезированы геоэлектрические разрезы вдоль линии съёмочных маршрутов с учетом топографии, отдельно по исходным и приведенным значениям эффективных сопротивлений. Для целей геологического картирования верхней части разреза было выполнено формальное районирование изучаемых площадей по типам геоэлектрического разреза.

С целью определения закономерностей распределения естественных радионуклидов в самой верхней части разреза и установления их связи с особенностями геологического строения и ландшафтно-географическими условиями был выполнен комплексный анализ аэрогамма-спектрометрических данных на базе вероятностно-статистических методов с целью радиогеохимического районирования территории и последующего выявления признаков рудной минерализации. Для выделения комплексных аномалий выполнялся корреляционный анализ с использованием специализированного пакета программ «DOMED» и «DOSTA», разработанный в ГНПП «Аэрогеофизика». Для выявления общих закономерностей распределения естественных радиоактивных элементов на уровне современного эрозионного среза использовалась также технология АРК (АэроРадиогеохимическое Картирование), разработанная специалистами ВИРГ - Рудгеофизика.

Для более полного и достоверного решения поставленных геологических задач использованы целевые технологии и алгоритмы, направленные каждый раз на решение конкретной прикладной задачи. Спектр использованных методов включал как относительно простые алгоритмы, связанные с вычислением целевых трансформаций физических полей и

простейших комбинаций изучаемых параметров, так и достаточно сложные технологии, направленные на прогнозирование перспективных объектов.

В рамках целевой интерпретации выполнено картирование и изучение внутреннего строения эрозионно-тектонических впадин. Общий контур структур был выделен по карте эффективных проводимостей на частоте 520 Гц, как наиболее информативной, с пороговым значением 2×10^{-3} См \times м. Оси погребенных палеодолин неогеновой речной системы внутри контуров эрозионно-тектонических впадин были закартированы на основе морфологического анализа карт приведенных сопротивлений. Выявлены палеодолины второго и третьего порядка, внутри которых закартированы уступы древних террас и уточнено положение оси стволовой Аталангинской палеодолины, рекомендованной под поисковое изучение на урановое оруденение, дифференцированы локализующиеся под покровом базальтов рыхлые отложения, выполняющие палеодолины озерно-речной сети неогеновых бассейнов. Для оценки морфологии дна впадин была выполнена попытка редуцирования из исходного магнитного поля влияния базальтовых покровов, после чего по всей площади аэрогеофизической съемки была выполнена оценка глубин особых точек магнитного поля с помощью технологии ROMGAS.

Выполнено картирование и дифференциация интрузивных тел, зон контактового метасоматоза и дайковых комплексов различных этапов тектономагматической активизации. При картировании интрузивных пород применялась система эталонов и эталонных участков, на которых разрабатывался геофизический образ пород, затем полученные геофизические образы использовались для выделения аналогичных образований на всей территории исследования. При этом среди гранитов второй фазы витимканского комплекса выделяется целый ряд образований, которые отличаются по радиогеохимическим характеристикам. Возможно, эти образования сформировались под воздействием более поздних наложенных процессов, но их выделение позволяет иначе взглянуть на связь уранового и золотого оруденения с магматизмом. Картирование площадей распространения кайнозойских базальтов, в том числе в контурах выявленных ранее эрозионно-тектонических впадин, успешно осуществлено с использованием метода пространственного пересечения заданных интервалов выбранного набора признаков, в состав которого включены матрица горизонтального градиента рельефа; результаты фильтрации интегральным фильтром (окно 1 км) локальной составляющей аномального магнитного поля (характеризует степень изменчивости поля); мощность дозы суммарного гамма излучения; эффективные сопротивления на частоте 520 Гц.

Картирование стратифицированных образований выполнено по схеме, аналогичной картированию интрузивных комплексов, с использованием исходных геофизических полей, их трансформант и результатов моделирования (объемная модель эффективной намагниченности, плотностная модель, модели приведенных электрических сопротивлений на различных частотах и др.), с привлечением априорной геологической информации. В частности, комплексные аэрогеофизические данные указывают на возможность более тонкого расчленения образований суванихинской свиты. Этими же данными не подтверждается возможность того, что (по материалам предшественников) ороченская свита является аналогом давыкшинской карбонатной свиты. Также по аэрогеофизическим данным породы якшинской свиты отличаются от образований икатской и пановской свит.

По матрицам аномальных полей и их трансформант, матрицам распределения эффективных физических свойств выполнено картирование, ранжирование и оценка минерагенической специализации основных тектонических нарушений. Были уточнены положение и внутреннее строение известных ранее Турка-Джилиндинской и Ундино-Витимской зон главных разломов, ограничивающих выделенную нами Усой-Витимскую зону наложенных мезо-кайнозойских структур. По комплексу аэрогеофизических данных закартирован магистральный разлом этой зоны, ранее выделявшийся фрагментарно по северному борту Мало-Амалатской впадины, совпадая с Шаманским разломом, с положением которого пространственно совпадают крупные урановорудные поля (Хиагдинское, Имское). В пределах Больше-Амалатской впадины указанный разлом протягивается по оси Байсыханского поднятия (в районе Хиагдинского рудного поля), где оперяющие его разломы второго порядка трассируют оси палеодолин (Хойготской, Аталангинской, Амалатской). В центральной части площади наблюдается смещение магистрального разлома нарушением северо-западного простирания. Отмечено пространственное совпадение магистрального разлома с границей Ангаро-Витимского гранитоидного ареал-плутона.

С целью оценки перспектив территории на золото и уран выполнен прогноз оруденения наиболее значимых для площади работ генетических типов. Выделение потенциально перспективных площадей осуществлялось с использованием двух альтернативных подходов. В соответствии с первым из них, на основе анализа результатов комплексной интерпретации аэрогеофизических данных с привлечением априорной геолого-геофизической информации выполнялась идентификация в явной форме основных критериев и признаков локализации оруденения в геофизических полях, их трансформантах, моделях распределения эффективных параметров и их комбинациях. Такой подход использовался главным образом для прогноза уранового оруденения, в первую очередь – гидрогенного типа. В рамках второго подхода осуществлялся формальный прогноз оруденения по комплексу аэрогеофизических данных с использованием алгоритмов распознавания с обучением на эталонных объектах (для золотого оруденения).

Прогноз уранового оруденения осуществлялся на основе выявления предпосылок его локализации, находящихся отражение в геофизических полях, их трансформантах и результатах моделирования. В частности, для месторождений гидрогенного палеодолинного типа выделены и оконтурены мезозойско-кайнозойские впадины, в том числе и погребенные под кайнозойскими вулканогенно-осадочными образованиями; закартированы контуры экранирующих оруденение базальтовых покровов, обеспечивающих сохранность урановых залежей; под покровом базальтов по данным электроразведки ДИП закартированы узкие дендритовидные зоны повышенной проводимости, трассирующие погребенные под базальтами палеодолины озерно-речной сети неогеновых бассейнов; выделены и дифференцированы по

составу рыхлые отложения, выполняющие погребенные палеодолины, в существенно песчаных разностях которых размещаются известные месторождения и проявления урана гидрогенного типа; дифференцированы по составу многочисленных массивы гранитоидов, оперяющие эрозионные впадины, выявлены интрузии высокорadioактивных и радио-геохимически специализированных гранитоидов в непосредственной близости к урановорудным залежам гидрогенного типа, как потенциальный источник рудного вещества; по данным аэрогамма-спектрометрии в границах базальтового покрова выделены локальные аномалии урана, пространственно совпадающие с аномалиями повышенной плотности линейментов, полученных при обработке космических снимков, имеющие поисковое индикационное значение. Выделение перспективных площадей осуществлялось по принципу пространственного совмещения максимального числа благоприятных факторов прогноза.

По результатам выполненных работ на исследуемую площадь составлены структурная схема и прогнозно-геофизическая карта на золото и уран масштаба 1:200 000 с выявленными геофизическими методами новыми закономерностями размещения месторождений золота и урана.

Результаты, полученные при подготовке построенной прогнозно-геофизической карты, были использованы для выбора участков детализации для аэрогеофизической съемки масштаба 1:10 000, с целью уточнения геологического строения площади, а также уточнения, подтверждения и выявления новых закономерностей размещения золотого и уранового оруденения и выбора участков для проведения наземных детальных поисковых работ.

По результатам аэрогеофизической съемки масштаба 1:50 000 выделено семь площадей для дальнейшего изучения, четыре из них были изучены детальными аэрогеофизическими работами (участки Талойский, Троицкий, Хойготский, Байтахский), дополнительно предложены три перспективных площади: для проведения наземных поисково-оценочных работ на коренное золото с оценкой специализации на золото отложений давкшинской свиты в пределах Турка-Джилиндинской главной зоны разломов (Холинская площадь); для проведения наземных прогнозно-поисковых работ на уран (Тилимская площадь); для проведения детальных аэрогеофизических работ масштаба 1:10 000 (Каптургинская площадь). По результатам детальной съемки составлены прогнозно-геофизические карты на золото и уран масштаба 1:50 000 на четыре детальных участка, с выявленными геофизическими методами новыми закономерностями размещения месторождений золота и урана.

Выделены участки, рекомендованные к проведению наземных прогнозно-ревизионных, детальных поисковых и поисково-оценочных работ (восемь перспективных площадей и восемь локальных участков), в том числе семь площадей и пять участков в пределах Хойготского участка детализации.