

Джербинской впадины и юго-западной части Непско-Ботубинской антеклизы (левый водораздел Нижней Тунгуски в ее верхнем течении). Причиной этого является выклинивание на данной территории суперрегионального мегаводоупора, состоящего из венд-кембрийских солей, что, по нашему мнению, снижает степень ее перспективности на сохранение залежей УВ.

Таким образом, результаты высокоточной комплексной аэрогеофизической съемки дают возможность в значительной степени объективизировать прогноз участков, перспективных для локализации новых залежей УВ, поскольку позволяют выявлять тектонические и литологические поисковые признаки и предпосылки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Непско-Ботубинский регион. Вып. 7. Сер. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири / Гл. ред. А.Э. Конторович. — Новосибирск, 1994.
2. Серкерев С.А. Спектральный анализ в гравиразведке и магниторазведке. — М.: Недра, 1991.
3. Шрайбман В.И., Жданов М.С., Витвицкий О.В. Корреляционные методы преобразования и интерпретации геофизических аномалий. — М.: Недра, 1977.
4. Гидрогеологические закономерности размещения скоплений углеводородов и разработка гидрогеологических критериев их прогноза / Отчет по теме II Г.1.8./101 (13,14) 26-2/418(76-85) «Опытно-методические работы по развитию эффективных промысловых и геолого-геофизических методов освоения нефтегазовых ресурсов Восточной Сибири и Якутской АССР» (в 9 кн.). Отв. исп. Л.Н. Илюхин. Кн. 4. — М., 1988.

УДК 550.83.016:553.81

© Калмыков Б.А., Трусов А.А., 2011

Калмыков Б.А., Трусов А.А.

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАЛО-АМПЛИТУДНЫХ АЭРОМАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ ПРИ ПОИСКАХ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ

*Задача выделения слабоконтрастных магнитных аномалий при поисках кимберлитовых трубок взрыва стала особенно актуальной в последнее время в связи с увеличением объемов алмазопроисловых работ в условиях закрытых территорий. В статье рассматривается технология выделения перспективных малоамплитудных аномалий по данным современных аэромагнитных съемок, основанная на технологии разделения полей, различных статистических методах обнаружения, процедурах количественной интерпретации и содержательного анализа результатов. **Ключевые слова:** аэромагнитная съемка, поиски кимберлитов, геофизическое моделирование, магнитные аномалии, оценка перспективности.*

*The task of solving low-contrast magnetic anomalies when exploring kimberlite explosion pipes has become especially topical recently due to the increase in volumes of diamond explorations within enclosed areas. The article examines the technique of distinguishing future low-amplitude anomalies with data from modern airborne surveys based on field separation technology, various statistical methods of discovery, quantitative interpretation procedures and content analysis of the results. **Key words:** airborne magnetic surveys, kimberlites, geophysical modeling and inversion, magnetic anomalies, exploration perspectives estimation.*

В последние годы отмечается активное смещение алмазопроисловых работ в пределы закрытых территорий, где породы кимберлитовмещающего комплекса перекрыты более молодыми осадочными и вулканогенными образованиями. На данных площадях резко снижается эффективность шлихо-минералогического метода поисков, имеющего лидирующее поисковое значение на открытых и полуоткрытых территориях. Это обусловлено рядом причин, главной из которых является переотложенный характер осадочных коллекторов и индикаторных минералов кимберлитов, в результате чего связь погребенных шлиховых ореолов с коренными источниками нарушается, а при неоднократном переотложении в различных литодинамических условиях — вообще теряется [1]. Ситуация усугубляется случайностью точек отбора шлиховых проб по скважинам, так как места их заложения часто располагаются независимо от элементов погребенного палеорельефа. В связи с этим вероятность выхода на коренной источник по погребенным шлиховым ореолам довольно низка и приближается к вероятности прямого попадания поисковой скважиной в кимберлитовое тело.

В условиях закрытых территорий шлихо-минералогический метод позволяет только локализовать площади возможного нахождения коренного источника кимберлитовых минералов, ореолы которых выявлены в результате горно-буровых работ. Дальнейшее опосредованное локализованных участков возможно либо с применением геофизических методов и целенаправленной заверкой перспективных аномалий, либо простым бурением по сети на прямое подсечение (иногда с учетом структурной ситуации).

Таким образом, при проведении поисковых работ на закрытых территориях возможности шлихо-минералогического метода ограничиваются минералогическими таксонами ранга кимберлитового поля или куста кимберлитовых тел, что соответствует стадии среднемасштабных поисков, в то время как на стадии детальных поисковых работ резко возрастает удельный вес геофизических методов.

Основным геофизическим методом поиска кимберлитовых тел на первом этапе поисковых работ традиционно является аэромагниторазведка. Дополнением поискового комплекса является аэроэлектроразведка в модификациях ДИП-А или МПП; эффективность данных методов существенно зависит от ландшафтно-геологических условий, в связи с чем аэроэлектроразведка на современном этапе имеет вспомогательное значение и применяется для разбраковки магнитных аномалий и картирования проводящих тектонических зон [10].

Достоинствами современной аэромагниторазведки является ее экспрессность и системность наблюдений в совокупности с высокой чувствительностью приборов, низкой погрешностью измерений и возможностью точной привязки пунктов наблюдений в плане и по высоте [9].

Детальные аэромагнитные съемки масштаба 1:10 000 и 1:5 000 проводятся по системе параллельных профилей с расстоянием между линиями полетов соответственно 100 и 50 м, объединенных системой опорных и секущих маршрутов. Как правило, частота измерений

малий и анализа их перспективности на обнаружение кимберлитовых тел.

В ГНПП «Аэрогеофизика» разработана технологическая схема выделения магнитных аномалий и разделения их по степени перспективности. Она включает как технологии автоматизированной обработки данных, формальной классификации аномалий, так и неформальной, содержательного, анализа аномалий по комплексу признаков (рис. 1). Основная часть входящих в схему технологий разработана в ГНПП «Аэрогеофизика», связующей средой является система Oasis Montaj (Geosoft, Канада).

Данная технология нацелена в первую очередь на выделение малоамплитудных магнитных аномалий и позволяет выполнять оперативную обработку материалов детальных аэрогеофизических съемок, проведенных на обширных площадях. Технология целиком или в виде отдельных модулей применяется в течение многих лет на ряде алмазопромысловых объектов в Архангельской алмазонасыщенной субпровинции, Карелии, Калужской обл., Республике Ангола и др.

Технологическая схема включает в себя четыре этапа обработки (рис. 1): 1-й этап — моделирование и получение остаточного магнитного поля, соответствующего верхней части разреза; 2-й этап — выделение первичных аномальных точек по трем алгоритмам; 3-й этап — проведение формальной классификации выделенных аномалий и первичных количественных расчетов параметров аномаловозмущающих объектов; 4-й этап — неформальный анализ аномалий по комплексу признаков с разделением их по степени перспективности.

На 1-м этапе решается задача разделения аномального магнитного поля на поле от глубинных объектов и поле от объектов, находящихся в верхней части разреза кимберлитовмещающей и в перекрывающей толще. В пределах платформенных областей, где основная часть энергии аномального магнитного поля обусловлена влиянием верхней части кристаллического фундамента, данная задача сводится к нахождению распределения намагниченности пород кристаллического фундамента. Для решения этой задачи предназначена программа REIST из пакета программ СИГМА-3D [3], которая вычисляет распределение эффективной намагниченности пород в субгоризонтальном слое между двумя контактными поверх-

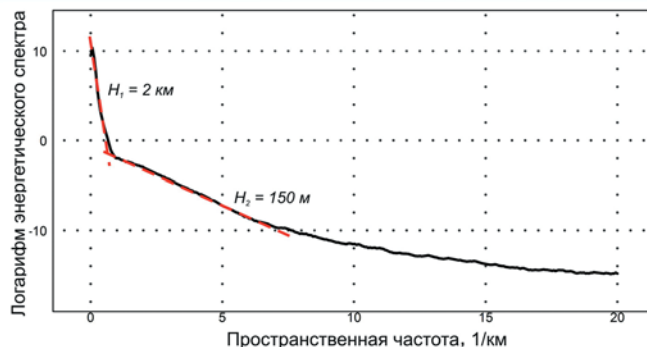


Рис. 2. Оценка глубин аномалообразующих объектов по радиально осредненному спектру аномального магнитного поля

ностями. В данном случае верхняя контактная поверхность должна соответствовать кровле фундамента и может задаваться на основе имеющейся априорной информации или независимо, например, путем анализа энергетического спектра магнитного поля с помощью программы ROMGAS (СИГМА-3D). Нижняя поверхность модели чаще всего представляет собой горизонтальную плоскость, а ее альтитуда определяется нижней кромкой намагниченных масс. Эта оценка также может быть выполнена с помощью исследования спектральных характеристик поля.

На рис. 2 показан график логарифма радиально осредненного амплитудного спектра аномального

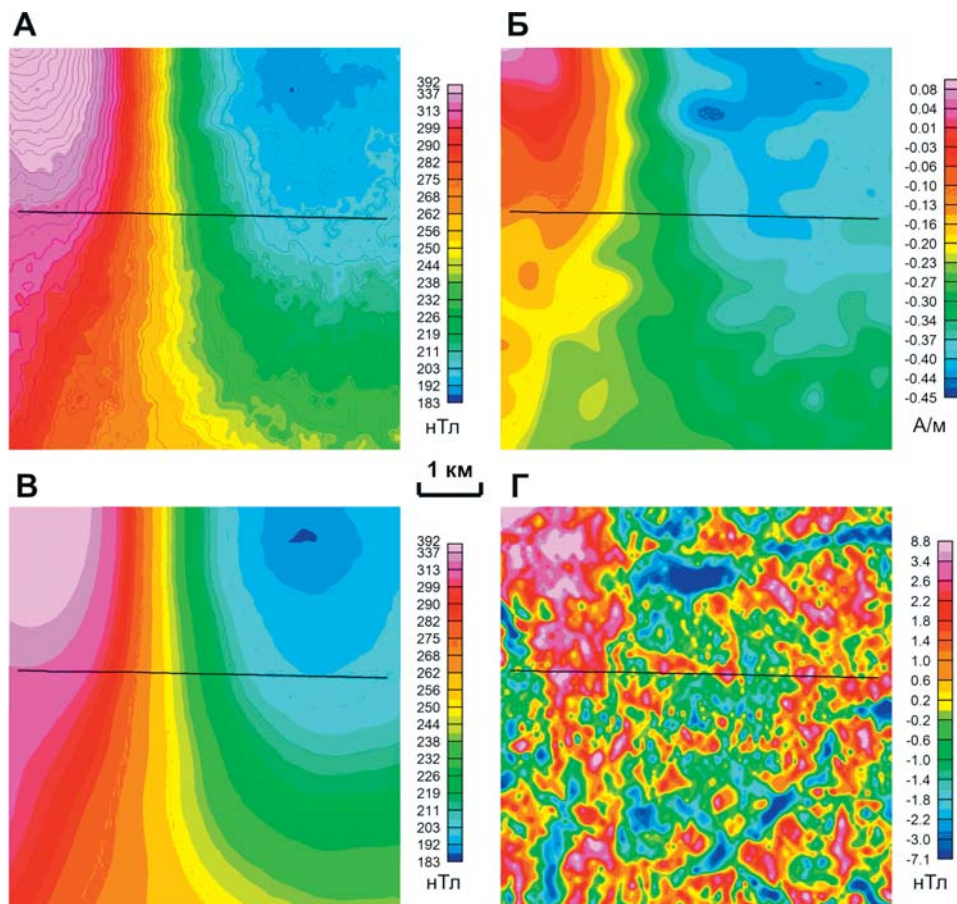


Рис. 3. Пример редуцирования аномального магнитного поля (А); модель распределения эффективной намагниченности (Б); поле модели (В); остаточное магнитное поле (Г)

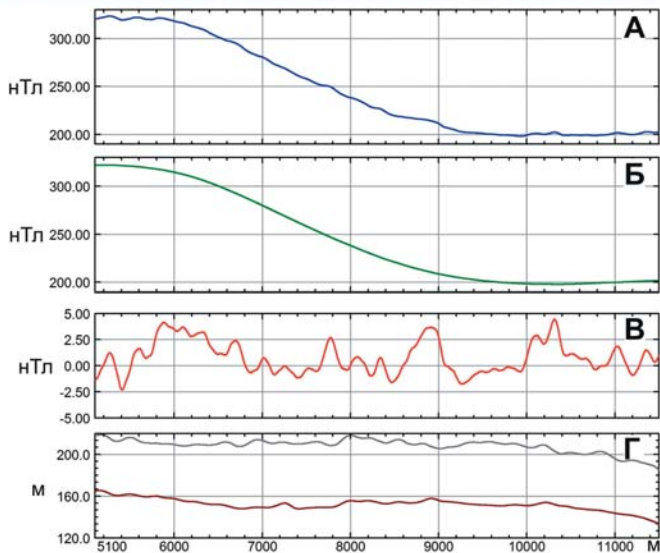


Рис. 4. Редуцирование аномального магнитного поля на примере фрагмента маршрута аэросъемки (рис. 3): аномальное магнитное поле (А); поле подобранной модели (Б); остаточное магнитное поле (В); альтитуда съемки и рельеф дневной поверхности (Г)

магнитного поля в зависимости от пространственной частоты, по которому видно его четкое деление на несколько областей. Как известно, угловой коэффициент прямой, аппроксимирующей график на некотором диапазоне частот, является оценкой глубин источников.

Вычисление распределения эффективной намагниченности программой REIST выполняется путем решения нелинейной обратной задачи. Исходное поле задается в реальных точках наблюдения, т.е. с указанием всех трех координат — X, Y и альтитуды. Разность наблюдаемого поля и поля подобранной модели фундамента дает остаточное поле в тех же точках наблюдения (рис. 3, 4). Полученное остаточное поле отражает магнитные характеристики верхней части разреза осадочного чехла и является базой для дальнейшего анализа.

Таким образом, задача разделения полей решается аппроксимационным способом, который, в отличие от фильтрационного, обладает рядом преимуществ. Полученное остаточное поле позволяет использовать количественные способы интерпретации на следующих этапах, а также избежать искажений поля локальной составляющей, обусловленных параметрами применяемых фильтров (рис. 5).

На территориях с минимальной мощностью образований перекрывающего комплекса, в частности, в областях кристаллических щитов, данный подход также применим, поскольку в этом случае

также актуальна задача устранения влияния геологического фона, неизбежно содержащегося в интерпретируемых полях. Задание поверхности верхней кромки модели при этом носит более формальный характер.

На 2-м этапе обработки выполняется автоматизированное выделение первичных аномальных точек, как по заданному уровню, так и по сходству с точками от трубочных объектов. Для решения указанной задачи используется комплексирование нескольких вероятностно-статистических методов анализа, позволяющих выявить максимальное количество аномальных точек с заданными параметрами.

В рамках первого подхода выделяются все локальные аномалии остаточного поля по критерию их аномальности на окружающем фоне. Для этого выполняется нелинейная фильтрация с применением алгоритма «стандарт фона», которой сводится к вычислению в обрамлении заданного окна статистических характеристик поля и нормированию значения поля в центре окна на величину стандартного отклонения фона обрамления. Полученная в результате нормирования матрица представляет собой некоторое поле «аномальности», выраженной в единицах стандартного отклонения от фона, рассчитанного для каждого положения скользящего окна. После изучения гистограммы распределения этих величин и учитывая точность съемки, можно задать желаемый порог «аномальности» и рассматривать в качестве перспективных только те локальные аномалии магнитного поля, которые превышают этот порог. Данный алгоритм позволяет выявить слабоконтрастные в абсолютных значениях аномалии на низком фоне и сивелировать значения высокоамплитудных аномалий в поле высокомагнитных пород. Координаты и значения локальных экстремумов, превышающих этот порог, после прочистки от дубликатов и артефактов заносятся в каталог основных аномальных точек.

Второй подход базируется на использовании алгоритмов оптимального приема, предназначенных для распознавания аномалий заданной формы. В качестве эталонов могут выступать как специально рассчитанные статистические модели магнитного поля объектов, характерных для изучаемой территории размеров и свойств, так и известные в пределах площади работ

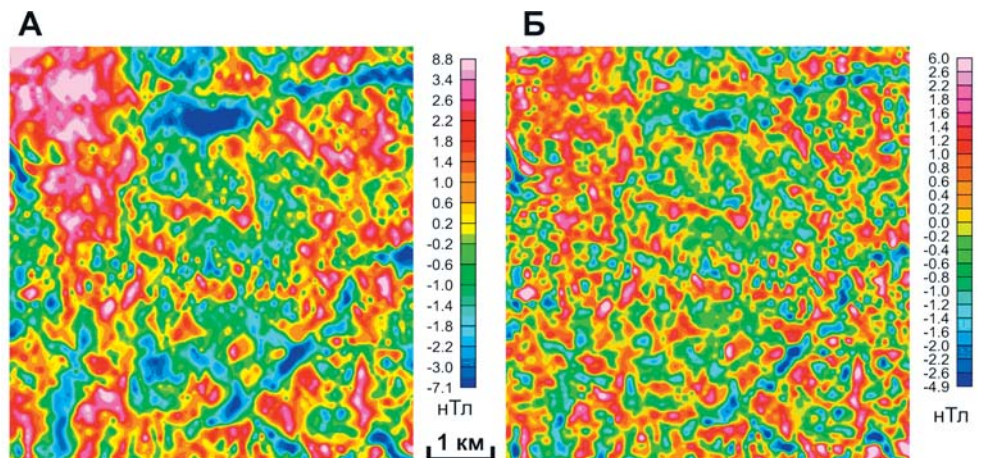


Рис. 5. Остаточное магнитное поле (А) и локальная составляющая аномального магнитного поля (Б)

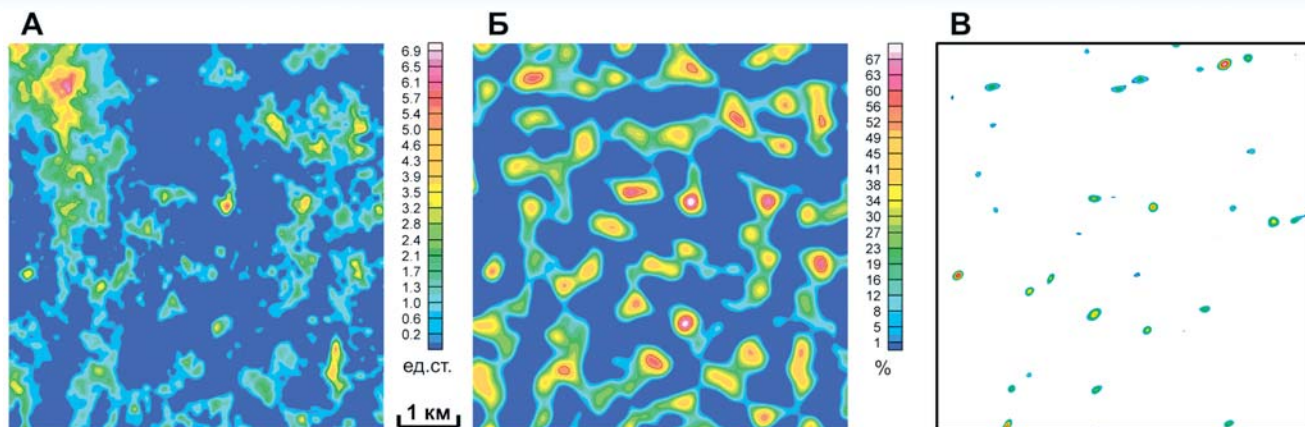


Рис. 6. Результат фильтрации остаточного поля по алгоритму «стандарт фона» (изолиния уровня 2,5 стандарта) (А), карта коэффициента корреляции остаточного поля с полем модели объекта (вертикальный круговой цилиндр, радиус 150 м) (Б) и результат распознавания эталонного объекта (трубка К3) программой OPRES (В)

эталон (открытые трубки). В качестве алгоритма, реализующего оптимальный прием, нами используется модифицированный способ обратных вероятностей, позволяющий решать задачу выделения слабых аномалий на фоне помех. В отличие от классического способа обратных вероятностей, усовершенствованный алгоритм отличается повышенной избирательностью к форме ожидаемой аномалии. Повышенная чувствительность к форме аномалии может привести к ошибочному пропуску объектов, отличающихся от модели в пределах естественной изменчивости их параметров и геометрии. Поэтому для учета фактора изменчивости используются статистические модели объекта, т.е. эталон задается в виде матрицы математических ожиданий и дисперсий.

Алгоритм реализован в компьютерной программе OPRES (СИГМА-3D) и вычисляет логарифм коэффициента правдоподобия. Эпицентры аномалий, превышающие 0 (т.е. с коэффициентом правдоподобия больше 1), сохраняются в отдельном каталоге. Если распознавание выполняется по различным эталонам или группам эталонов, все результаты сводятся в один каталог данного подхода.

Третий подход основывается на исследовании тесноты корреляционной связи остаточного магнитного поля и аномалий от объектов цилиндрической формы с заданными параметрами (диаметром, глубиной и магнитными свойствами). Пороговым значением для получаемой матрицы коэффициентов корреляции выбирается, как правило, 0,5. Эпицентры аномалий этого параметра, превышающие заданный уровень, сохраняются в отдельном каталоге.

На рис. 6 приведены результаты трех описанных выше подходов. Рассмотренные методы доказали свою эффективность на ряде площадей, однако ничто не ограничивает добавление на данном этапе других алгоритмов распознавания образов.

Все каталоги аномальных точек, выделенных различными способами, объединяются в один обобщенный каталог. Повторяющиеся точки удаляются, а число повторов (т.е. когда одна и та же аномалия выделена различными способами) заносится в каталог.

На **3-м этапе** предлагаемой технологии выполняется формальная классификация аномалий по степени перспективности. Основой для предварительной классификации является число совпадений выделенных на предыдущем этапе аномальных точек по трем алгоритмам. Например, при пересечении аномальных точек трех типов аномалии присваивается 1-я категория, при двух пересечениях — аномалия относится ко 2-й категории. Изолированные объекты определяются как рядовые аномальные точки.

На данном этапе выполняется предварительная оценка параметров выделенных аномалий с использованием ряда методов их количественной интерпретации. С их помощью можно сделать предположительное заключение о соответствии формы аномального объекта морфологии кимберлитовой трубки, а также оценить некоторые количественные и полуколичественные характеристики объектов. При количественной интерпретации выделенных аномалий используется остаточное магнитное поле, полученное на первом этапе и заданное всеми тремя координатами точек наблюдения, т.е. при подборе моделей автоматически учитывается разновысотность и нерегулярность сети наблюдения.

Первичная количественная оценка параметров аномалии производится на основе подбора квазиэквивалентного решения, осуществляемого программой QUASI (СИГМА-3D). Для задачи поисков кимберлитовых трубок эффективно использование формальной конструкции в виде стержня, достаточно хорошо воспроизводящего нулевой, первый и второй моменты сложных источников [2]. Программа осуществляет подбор квазиэквивалента в прямоугольном окне, выбранном пользователем в интерактивном режиме вокруг исследуемой аномалии. После определения горизонтальных координат положения эпицентра объекта с использованием методов локализации особых точек потенциального поля, программа подбирает линейный региональный фон, глубины залегания верхней и нижней кромки и величину магнитного момента стержня. Вычисляемая доля энергии остатка характеризует степень исчерпывания исходного поля подобранной мо-

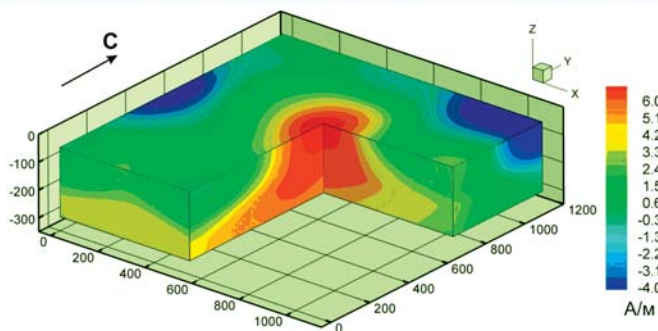


Рис. 7. Объемное распределение эффективной намагниченности аномалии AGP025

делью. Все эти параметры заносятся в каталог для соответствующей аномалии.

Координаты эпицентров квазиэквивалентов, найденных программой QUASI, должны в общем случае совпадать с эпицентрами искоемых объектов. Это особенно важно при работе в низких широтах или при пологом залегании вектора намагниченности, когда эпицентр магнитной аномалии может находиться за пределами проекции намагниченного объекта на дневную поверхность.

Для аномалий сложной формы применяется подбор более гибкой модели — многогранной субвертикальной призмы. Данный подход реализован в программе IGLA [2], которая позволяет интерактивно задать произвольную форму интерпретационного окна, форму и положение верхней и нижней граней вертикальной призмы. Программа оценивает глубины верхней и нижней кромок призмы, а также три компонента вектора намагниченности. Эти результаты также сохраняются в сводном каталоге аномалий.

Цифровая модель рельефа местности, получаемая в процессе проведения аэрогеофизической съемки, позволяет сохраненные в каталоге альтитуды верхней и нижней кромок моделей объектов пересчитать в глубины относительно дневной поверхности, что необходимо для последующего анализа аномалии.

С целью оценки морфологии выделенных перспективных объектов используются методы интерпретационной томографии в аппроксимационной постановке, которые реализуются в программе DVOP (СИГМА-3D). Программа разбивает нижнее полупространство на серию слоев и выполняет последовательный подбор распределений изучаемых физических свойств (в данном случае намагниченности) в каждом из слоев, начиная снизу. Размеры элементов аппроксимации в плане для каждого из слоев выбираются равными глубине его верхней кромки. На заключительном этапе работы программа сводит все послойные результаты в единую модель объемного распределения намагниченности, из которой интерпретатор извлекает вертикальные срезы по заданным линиям профилей. Форма полученной модели позволяет оценить морфологию аномаловозмущающего объекта на соответствие ее поисковому объекту трубчатой формы. На рис. 7 показана блок-диаграмма построенной объемной модели выделенной аномалии AGP025 (см. далее на рис. 9).

На **4-м этапе** проводится неформальный (содержательный) анализ выделенных при формальных процедурах аномалий с разделением их по степени перспективности и выработкой рекомендаций по очередности их заверки. Каждая выделенная при формальной классификации аномалия 1-й и 2-й категории анализируется по комплексу признаков и оценивается по следующим критериям перспективности.

1. Интенсивность аномалии в нТл и в единицах аномальности (ед. стандарта фона): наиболее перспективными являются аномалии интенсивностью 3–15 нТл (на высоте датчика), отбраковываются аномалии интенсивностью < 1 нТл; высокоинтенсивные аномалии ($\gg 10$ нТл) принимаются как малоперспективные.

2. Форма аномалии в плане: благоприятным признаком является изометричная форма или близкая к ней; отдельные благоприятный морфологический тип — кольцевые и дуговые субкольцевые формы, возникающие вследствие влияния кратерных образований.

3. Форма аномального объекта в разрезе: благоприятным признаком является трубо-, конусо- и грибообразная форма.

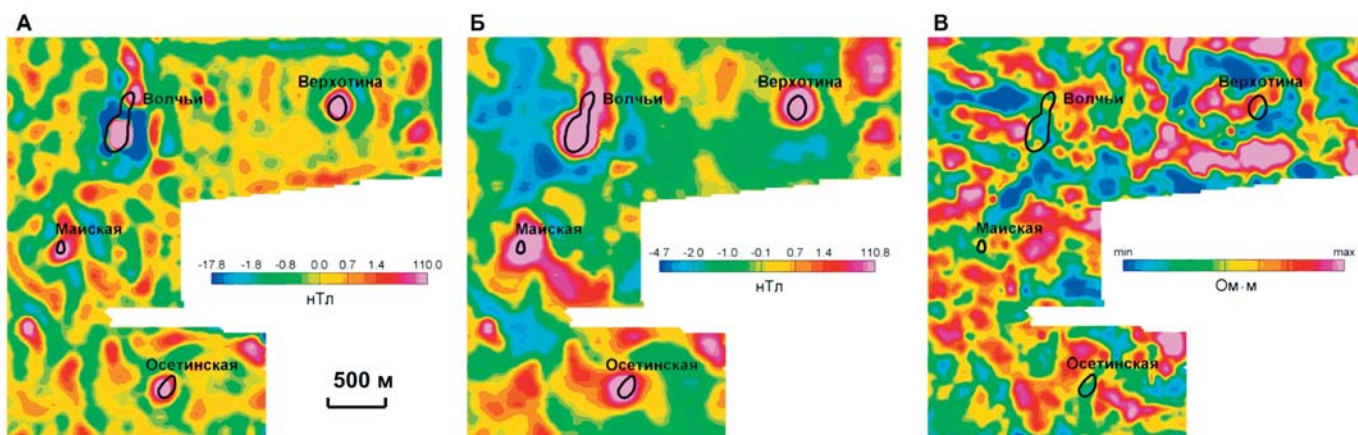


Рис. 8. Проявленность известных объектов в локальной составляющей магнитного поля (А), остаточном поле (Б), приведенных сопротивлений (В)

4. Расчетная глубина верхней и нижней кромок аномаловозмущающего объекта: благоприятным фактором является соответствие глубины верхней кромки априорной глубине залегания кровли кимберлитовмещающей толщи; глубина нижней кромки, как правило, должна быть значительно ниже глубины верхней кромки.

5. Плотность первичных аномальных точек, полученных с применением разных алгоритмов распознавания от моделей разного типа (на 2-м этапе): при использовании нескольких модельных и эталонных объектов благоприятным фактором является концентрация первичных аномальных точек в районе эпицентра аномалии.

6. Приуроченность аномалии к тектоническим деструктивным зонам и узлам пересечения разрывных нарушений, что является благоприятным перспективным признаком. Тектоническая зона имеет площадной характер, образуя объемное геологическое тело, но проявляется на карте в виде закартированных линий разрывных нарушений. Эпицентр аномалии может не попадать на эти линии, но находиться в пределах деструктивной зоны. Благоприятным признаком является приуроченность аномалии к бортам погребенных палеодолин, закладывающихся по ослабленным тектоническим зонам.

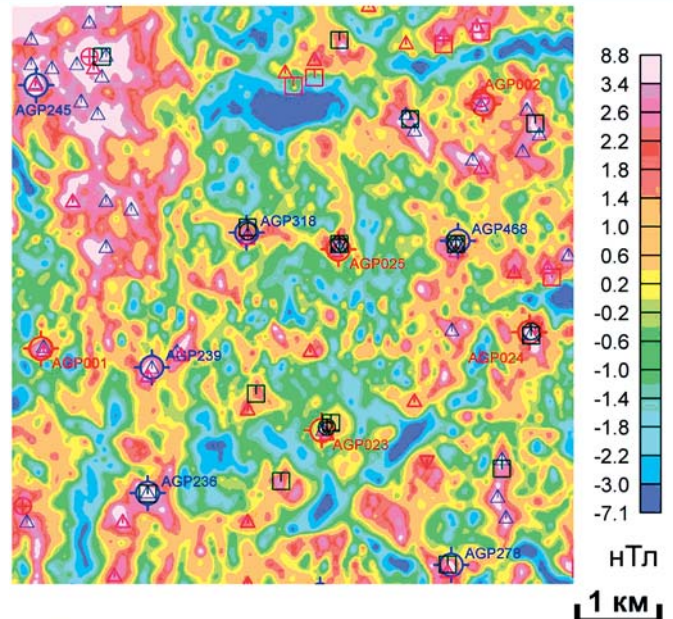
7. Пространственное совпадение магнитной аномалии с аномалией проводимости, их группой или проводящей линейной зоной: благоприятный фактор, свидетельствующий о присутствии объекта повышенной проводимости или проницаемой тектонической зоны (рис. 8). Данный признак может быть выявлен при комплексировании аэромагниторазведки с аэроэлектроразведкой — как импульсной (модификация МПП), так и низкочастотной [5].

8. Приуроченность к участку аномалии или его периферии находок индикаторных минералов кимберлитов хорошей сохранности в погребенных осадочных коллекторах, сопряженных с погребенными палеовозвышенностями и их склонами, выявленными по данным горно-буровых работ: является благоприятным признаком, свидетельствующим о возможной связи этих минералов с невыявленным магнитовозмущающим объектом.

9. Пространственная связь аномалии с положительными формами рельефа: может являться неблагоприятным фактором, обусловленным возникновением ложных аномалий вследствие невыдержанности высоты съемки над поверхностью рельефа. Разбраковка таких ложных аномалий может быть проведена на основе анализа модели намагниченности верхней части разреза, при построении которой они нивелируются.

10. Признаки возможной связи аномалии с техногенными объектами являются неблагоприятными факторами: данная связь определяется по анализу топокарты, аэро- и космоснимков, а при отсутствии на них техногенных элементов о такой природе аномалий может свидетельствовать их резкоградиентный узлокальный характер, нарушающий структуру аномального магнитного поля.

11. Изученность аномалии предшествующими геолого-геофизическими работами: признак основан на оценке достоверности заверки или отбраковки аномалии предшествующими работами.



Магнитные аномалии, выделенные по комплексу признаков

Локальные магнитные аномалии, перспективные на обнаружение кимберлитовых тел: (Эпицентры аномальных объектов, рассчитанные с применением технологии QUASI)

AGP019 1 - очереди

AGP218 2 - очереди

Аномальные точки

Выделенные с применением технологии OPRES по результатам распознавания: типовых кимберлитовых трубок

475 КЗ
495 Победа
711

Выделенные по расчету коэффициента корреляции с моделью вертикального цилиндра:

радиусом 75 м
радиусом 100 м
радиусом 150 м

формальной модели вертикального цилиндра обладающей слабомангнитными свойствами; обладающей сильномангнитными свойствами

Выделенные методом стандарта фона по уровню более 2.5 стандарта

Рис. 9. Схема размещения перспективных аномалий

На основании изложенного содержательного анализа аномалии разделяются на аномалии 1-й и 2-й очереди перспективности с занесением в соответствующие каталоги. Все выделенные аномалии и аномальные точки выносятся на карту локальных магнитных аномалий и на геолого-прогнозные карты (рис. 9).

Следует заметить, что при разделении аномалий на основании перечисленных признаков по степени перспективности присутствует элемент субъективизма, отражающий представления и опыт интерпретатора. Поэтому при получении дополнительных сведений или с учетом иных подходов очередность аномалий на стадии заверочных работ может поменяться в ту или другую сторону.

Аномалии 1-й очереди характеризуются наиболее благоприятными перспективными характеристиками. Они подлежат первоочередной детализации наземными геофизическими методами, после чего проводится их вторичная разбраковка и передача под заверку бурением в виде ПГУ-1. Некоторые выраженные аномалии простой морфологии допускается заверять бурением, минуя стадию детализации наземными геофизическими методами. Следует иметь в виду, что эпицентр наземной аномалии может быть смещен относительно эпицентра аэроаномалии вследствие влияния близповерхностных образований (так же как и рассчитанный

эпицентр магнитного объекта, координаты которого приводятся в каталоге, может расходиться с эпицентром (точкой максимальной интенсивности) аэроаномалии вследствие пологого наклона вектора остаточной намагниченности).

Аномалии 2-й очереди имеют менее выраженные перспективные признаки, хотя не исключено, что часть из них отнесены в данную категорию условно, в соответствии с субъективными представлениями интерпретатора. Наземную детализацию и заверку аномалий 2-й очереди рекомендуется проводить попутно с первоочередными (в случае пространственной близости) или после получения дополнительной поисковой информации (минералогической, геохимической, картировочной и др.).

В благоприятных геологических условиях, при отсутствии существенного влияния искажающих факторов магнитного поля от вмещающих и перекрывающих образований, выделение перспективных аномалий может происходить по упрощенной схеме.

После завершения заверочных работ можно рекомендовать проведение **5-го этапа** работы с аномалиями. Целесообразность его заключается в том, что процессе заверки бурением сложных аномалий, обусловленных суперпозицией полей от нескольких магнитовозмущающих объектов, в том числе и искомым, могут возникать специфические ошибки принятия решения о вскрытии аномалообразующего объекта и заверки аномалии. Данные ошибки возникают в случае, когда эпицентр аномалии по ряду причин оказывается смещен от эпицентра полезного объекта, залегающего на значительной глубине (десяти метров). Заверочная скважина, проходя мимо искомого объекта, вскрывает пространственно сближенные с ним магнитные образования в перекрывающей толще, что фиксируется на диаграммах каротажа (КМВ и МК). На основании этого делается вывод о том, что аномалия заверена, и поисковый объект пропускается. Во избежание подобных ошибок «ложной заверки» рекомендуется проводить ревизию достоверности заверки аномалий, в особенности неоднозначной природы. С этой целью после получения всех геолого-геофизических материалов заверки (документации скважин, каротажных диаграмм, геологических разрезов и др.) необходимо проводить моделирование магнитного поля по параметрам вскрытого аномалообразующего объекта (решение прямой задачи) и оценивать степень сходимости наблюдаемого и модельного полей. При их существенном расхождении принимается решение о недостоверности заверки аномалии и определяется система ее дозаверки. Не исключено, что подобные факты пропуска объектов поисков имеют место на ряде площадей.

Изложенная технология выделения перспективных малоамплитудных аномалий по данным детальным аэрогеофизическим съемкам содержит элементы как традиционных, так и новых подходов обработки. Она не является законченным совершенным продуктом, а находится в развитии с учетом возникающих противоречий между параметрами построенных идеальных моделей и характеристиками природных объектов во всем их многообразии. В этом отношении имеет особую

ценность для развития применяемых технологий анализ материалов заверочных геолого-геофизических работ в свете сопоставления их с параметрами рабочих моделей, создаваемых на каждом этапе обработки аэрогеофизических данных. Другим направлением является развитие комплекса поисковой аэрогеофизики. В частности, разработка различных модификаций аэроэлектроразведки как в отношении измерительных технологий, так и технологий обработки полученных данных. Такое развитие необходимо, так как очевидно, что алмазописковые работы со временем станут перемещаться на территории все более сложного геологического строения и будут ориентированы на выявление объектов с маловыразительными поисковыми характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П. Поисковая минералогия алмаза. — Новосибирск: Гео, 2010.
2. Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Зубов Е.И. и др. Интерпретация аэрогеофизических данных при поисках месторождений твердых полезных ископаемых // Разведка и охрана недр. — 2006. — № 5. — С. 18–26.
3. Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Трусов А.А. Изучение строения кристаллического основания платформенных областей по данным магниторазведки и гравитаразведки // Геофизика. — 2003. — № 6. — С. 55–58.
4. Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Трусов А.А. Интерактивные технологии локальной количественной экспресс-интерпретации потенциальных полей // Геофизика. — 2006. — № 1. — С. 56–59.
5. Бабаянц П.С., Трусов А.А., Калмыков Б.А. Некоторые результаты опробования аэроэлектроразведки методом переходных процессов для поисков коренных месторождений алмазов / Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: Материалы 38-й сессии междунар. семинара. — Пермь: ГИ УрО РАН, 2011. — С. 22.
6. Вержак В.В., Минченко Г.В., Ларченко В.А., Сотников В.И. Специфика поисков месторождений алмазов в Архангельской провинции, проблемы их научного сопровождения / Геологические аспекты минерально-сырьевой базы акционерной компании «АЛРОСА»: современное состояние, перспективы, решения. — Мирный, 2003. — С. 34–42.
7. Веричев Е.М., Гаранин В.К., Гаранин К.В. и др. Геология, состав, образование и методика разведки кимберлитовой трубки им. В. Гриба / Проблемы прогнозирования, поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века. — Воронеж: ВГУ, 2003. — С. 43–48.
8. Зинчук Н.Н., Бондаренко А.Т., Гарат М.Н. Петрофизика кимберлитов и вмещающих пород. — М.: Недра-Бизнесцентр, 2002.
9. Контарович Р.С., Бабаянц П.С., Блох Ю.И. и др. Методологические основы интерпретации материалов современных аэрогеофизических съемок // Разведка и охрана недр. — 2006. — № 5. — С. 2–8.
10. Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б. Иерархический ряд проявлений щелочно-ультраосновного магматизма в Архангельской алмазоносной провинции. Их отражение в геолого-геофизических материалах. — Архангельск: Правда Севера, 2004.

УДК 550.83.04+550.8.052/.053/.056

© Бабаянц П.С., Трусов А.А., Лаврова Т.Ю., 2011

Бабаянц П.С., Трусов А.А., Лаврова Т.Ю.

КОМПЛЕКСНЫЕ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА ГИДРОГЕННОГО ТИПА

В 2010 г. завершена комплексная аэрогеофизическая съемка территории Витимского горнорудного района. По ее результатам выполнен прогноз гидрогенного уранового оруденения. В результате интерпретации аэрогеофизических данных выявлены предпосылки локализации урано-