

Бабаянц П.С., Тарарухина Н.М.

### ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КОМПЛЕКСНЫХ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ПОРОД ТРАППОВОГО КОМПЛЕКСА

*Описаны результаты интерпретации материалов комплексной аэрогеофизической съемки, выполненной в южной части Сибирской платформы в 2005–2009 гг., позволившие существенно ослабить влияние трапповых покровов посредством прямого физико-математического моделирования верхней части разреза. Изложены особенности целевой технологии геофизической интерпретации, разрабатываемой в ГНПП «Аэрогеофизика» специально в приложении к решению задач поисков месторождений углеводородов и геологического картирования территории в пределах древних платформ. Представлены результаты использования элементов этой технологии при изучении строения погребенного фундамента и осадочного чехла. **Ключевые слова:** интерпретация аэрогеофизических данных, траппы, геолого-геофизическое моделирование, 3D-моделирование, геологическое редуцирование.*

*Describes the results of interpretation of materials from an integrated airborne geophysical survey conducted in the southern part of the Siberian platform in 2005–2009, which helped to significantly weaken the influence of trappean sheets by using direct physical and mathematical modelling of the upper part of the section. Presents the particular features of targeted techniques of geophysical interpretation developed at Aerogeophysics State Scientific and Production Enterprise especially as an annexe to the solution of problems of exploring hydrocarbon deposits and geological mapping of an area within ancient platforms. Presents the results of using elements of this technique in studying the structure of the subsurface basement and sedimentary cover. **Key words:** airborne geophysical data interpretation, airborne geophysics data interpretation, trap, geological-geophysical modeling, 3D modeling, geological.*

Уникальный характер выполненной в 2005–2009 гг. на территории Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия) комплексной аэрогеофизической съемки в полной мере проявился на этапе ее обработки и комплексной интерпретации. Наибольшее влияние на выбор технологии и методологии интерпретации при этом оказали два фактора: значительные размеры площади работ в широтном направлении (свыше 1000 км, практически от 94° до 114° ВД) и особенности геологического строения территории, и в первую очередь широкое развитие пород траппового комплекса, в значительной мере экранирующих эффекты от более глубоко залегающих геологических объектов. Влияние второго фактора наиболее ярко проявилось на данных аэромагнитной съемки и потребовало разработки и использования специальных технологий подавления влияния траппов, поскольку его недоучет при использовании формальных методов интерпретации неизбежно спровоцировал бы значительные ошибки в геологическом истолковании результатов работ.

Обработка и интерпретация аэрогеофизических данных базировались на использовании целевой технологии геофизической интерпретации, разрабатываемой в ГНПП «Аэрогеофизика» специально в приложении к решению задач поисков месторождений углеводородов и геологического картирования территории в пределах древних платформ [1].

В соответствии с принятым подходом, перед специализированной обработкой и геофизической интерпретацией аэрогеофизических данных были поставлены следующие геологические задачи:

составление объемной геофизической модели строения нижней части разреза (ниже поверхности кристаллического фундамента); при решении этой задачи учитывалась априорная геолого-геофизическая информация, в первую очередь данные сейсморазведки и глубокого бурения; в ее рамках выполнялось петрофизическое картирование пород ниже поверхности фундамента и оценка характера и степени изменчивости морфологии последней;

изучение петрофизических особенностей строения пород выше главной магнитоактивной поверхности (образований осадочного чехла); эта задача также решалась с использованием доступной априорной геолого-геофизической информации;

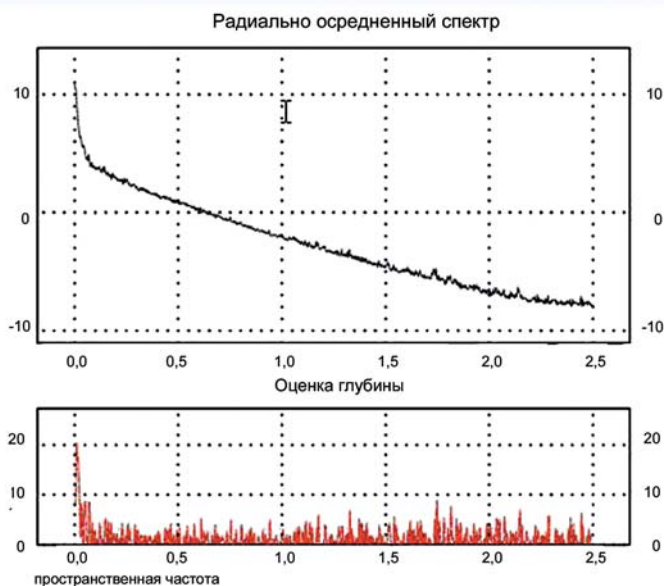
изучение строения самой верхней части разреза с использованием результатов радиогеохимического районирования территории и анализа цифровой модели рельефа.

**1. Изучение строения нижней части разреза.** На характер и морфологию магнитного и гравитационного полей площади работ существенное влияние оказывают интрузивные образования, широко распространенные на данной территории. Морфология интрузивных тел весьма разнообразна: штоки, фонолиты, тела неправильной формы, пластинообразные тела. Наиболее широко распространены пластообразные тела (силлы, дайки), выходящие на поверхность или расположенные в приповерхностной части разреза.

Морфология аномальных гравитационного и магнитного полей района работ указывает на то, что их источники расположены на разных структурных этапах. Поэтому одной из основных задач, требующих решения в процессе интерпретации, является разделение полей от разных по глубине источников.

Традиционный подход к решению задачи разделения полей связан с применением разнообразных трансформаций путем фильтрации (частотной селекции) в скользящих окнах, но, по нашему мнению, этот путь является тупиковым. Дело в том, что любая трансформация неизбежно приносит принципиальные искажения в разделяемые компоненты, переводя зачастую исходную функцию в совершенно иной класс.

В связи с этим в процессе интерпретации для разделения потенциальных полей нами применяется последовательное моделирование, минимально искажающее каждую из компонент. В общем случае вначале моделируется самый нижний структурный этаж, после чего вся та часть поля, которая связана с ним, вычитается из наблюдаемого поля, т.е. осуществляется так называемое геологическое редуцирование.



**Рис. 1. Оценка глубин источников в различных диапазонах пространственных частот по графику логарифма радиально осредненного амплитудного спектра аномального магнитного поля**

В соответствии с принятой методологией, на первом этапе интерпретации моделируется нижний структурный этаж. При этом сначала требуется понять, с какими глубинами он связан, для чего применяется анализ особых точек функции, описывающей исходные аномальные поля.

Наиболее общие представления о глубинах особых точек и источников магнитных аномалий можно получить, анализируя энергетический спектр магнитного поля. На рис. 1 показан график логарифма радиально осредненного амплитудного спектра аномального магнитного поля в зависимости от пространственной частоты, полученный с помощью специальной опции пакета программ «Oasis Montaj» фирмы GEOSOFT, а также выполненная с той же системой оценка глубин источников в различных диапазонах пространственных частот. Анализ графика показывает, что узкая полоса частот в низкочастотной части спектра связана с глубокозалегающими источниками, особые точки которых соответствуют глубинам свыше 10 км. Наибольшая из отмеченных глубин составляет 20 км, таким образом, судя по спектру, содержащаяся в аномальном магнитном поле информация относится к верхнему слою земной коры мощностью около 14 км.

Глубина особой точки характеризуется угловым коэффициентом прямой линии, аппроксимирующей график логарифма энергетического спектра [5]. Как видно из рис. 1, весь график спектра, за исключением самой низкочастотной его части, с высокой точностью может быть аппроксимирован прямой с постоянным угловым коэффициентом, в среднем отвечающим глубинам около 600 м, что в общем соответствует положению нижних кромок пород траппового комплекса. Отсюда следует, что подавляющая часть энергии магнитного поля площади работ обусловлена влиянием приповерхностных образований. Недоучет этого фактора может при-

вести к значительным ошибкам в интерпретации магнитного поля.

Таким образом, для изучения влияния нижней части разреза (ниже поверхности фундамента) по данным магниторазведки необходимо предварительно подавить влияние сильномагнитных приповерхностных образований. Для гравитационного поля, с учетом существенно более широких пределов практической эквивалентности источников, наоборот, представляется целесообразным вначале редуцировать влияние глубокозалегающих источников.

**1.1. Разделение потенциальных полей.** На первом этапе моделирования по материалам аэромагнитной съемки была выполнена попытка редуцирования влияния сильномагнитных образований в верхней части разреза. Методика такого редуцирования отрабатывалась на специально выбранной части площади работ с наиболее представительным трапповым покровом.

Для решения указанной задачи нами была использована программа REIST из пакета СИГМА-3D. Она предназначена для построения модели субгоризонтального слоя с латерально изменяющимися намагниченностью и плотностью [3].

В качестве верхней кромки слоя была использована поверхность дневного рельефа, полученная по результатам построения цифровой модели рельефа местности. Нижняя кромка слоя была, в соответствии с результатами спектрального анализа, помещена при моделировании на глубине 600 м, что соответствует положению подошвы траппов.

На рис. 2 представлены результаты моделирования магнитного поля в пределах выделенного участка. Размеры элемента моделирования в плане были выбраны 500×500 м, т.е. отвечающие масштабу выполненной аэромагнитной съемки. Направление вектора намагниченности пород всюду принималось совпадающим с направлением современного поля Земли. Для сравнения на рис. 2.4 приводятся результаты аналитического продолжения магнитного поля вверх на высоту 3000 м (подобрана эмпирически по принципу максимального сходства редуцированного и продолженного вверх полей).

Исходное магнитное поле в пределах выбранного участка характеризуется стандартным отклонением 159 нТл. После 115 итераций подбора его удалось аппроксимировать с остаточной погрешностью 41 нТл моделью, показанной на рис. 2.2. Таким образом, влиянием верхней части разреза обусловлено свыше 93 % (точнее — 93,4 %) суммарной энергии поля (оценивается величиной дисперсии).

Как видно из рис. 2, морфология магнитного поля, пересчитанного вверх на высоту 3000 м, во многом сходна с морфологией поля, редуцированного за влияние верхней части разреза по результатам моделирования в слой. Для оценки адекватности каждого из альтернативных подходов разделения полей был выполнен сравнительный анализ их спектров (рис. 3).

В низко- и среднечастотной частях спектра остаточного магнитного поля уверенно выделяется область, характеризующая источники с глубинами около 2–3 км, что в принципе соответствует средним глубинам зале-

гания раннедокембрийского фундамента в этом районе. Спектр поля аналитического продолжения существенно больше осложнен помехами, в первую очередь высокочастотными, что связано с особенностями спектральной характеристики использованной трансформанты. В низкочастотной части спектра менее отчетливо, но выделяется область, характеризующая источники с глубинами 3–4 км, т.е. близповерхностные (с учетом высоты пересчета). Наличие в средне- и высокочастотной части спектра области, характеризующей источники с глубинами менее 3 км (меньше высоты пересчета), вообще разумному объяснению не поддается.

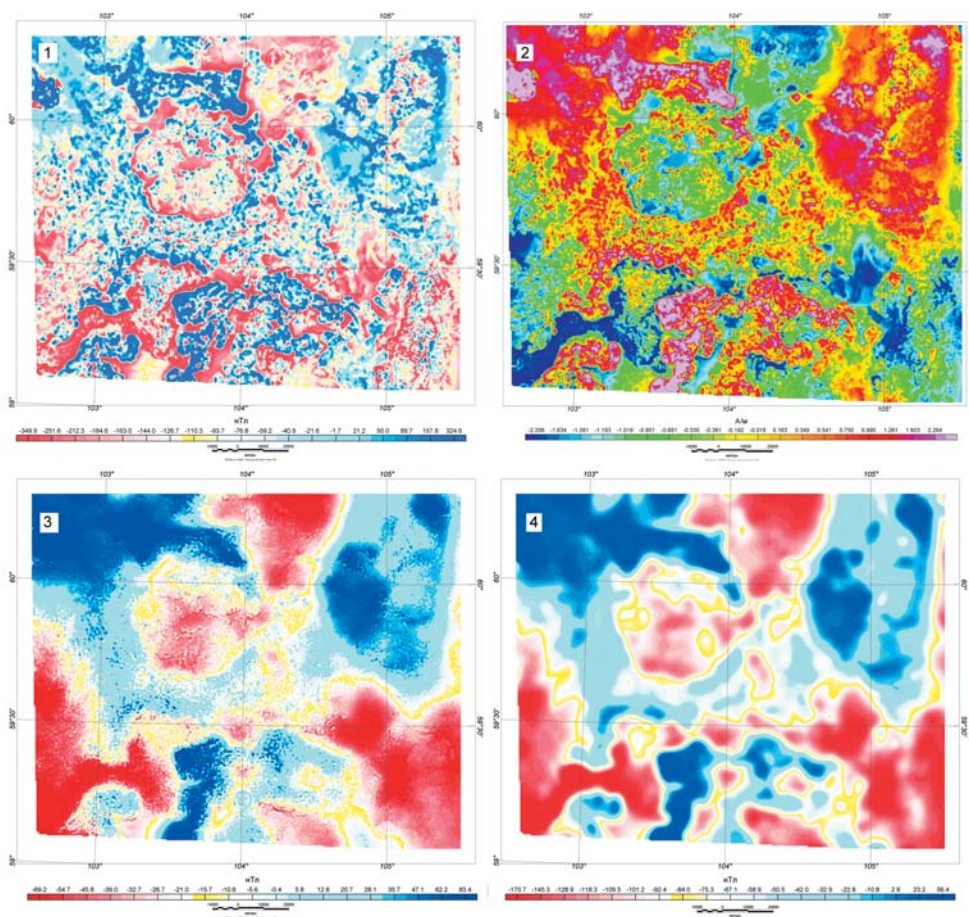
Это однозначно свидетельствует, что использование для разделения полей различных трансформант, даже таких устойчивых и корректных, как аналитическое продолжение вверх, чревато значительными ошибками при интерпретации (в первую очередь количественной) разделяемых компонент. С учетом этого для решения поставленной задачи мы использовали технологию моделирования в слой в описанной выше постановке.

Редуцирование влияния верхней части разреза в магнитном поле выполнялось отдельно для трех блоков площади, относящихся к разным геодезическим зонам. Полученные в результате моделирования остаточные поля были затем объединены в единую матрицу с использованием процедуры Grid Knitting пакета программ Oasis Montaj. Полученное остаточное поле, в значительной мере обусловленное влиянием образований нижней части разреза, показано на рис. 4.

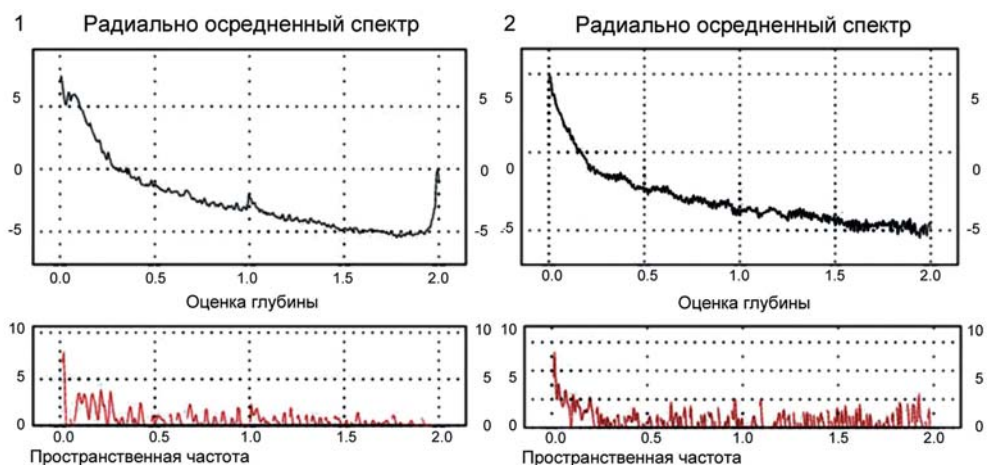
Для гравитационного поля, с учетом гораздо более широких пределов практической эквивалентности источников, а также особенностей методики его первичной обработки и увязки, было выполнено моделиро-

вание с целью редуцирования влияния глубоких горизонтов.

С целью достижения максимального соответствия интерпретационных моделей, полученных по результатам анализа гравитационного и магнитного полей, аналогичное моделирование было предпринято для маг-



**Рис. 2.** Результаты тестового моделирования магнитного поля в пределах выбранного участка с целью редуцирования влияния траппов: 1 — аномальное магнитное поле  $\Delta T_a$ ; 2 — распределение эффективной намагниченности; 3 — редуцированное магнитное поле; 4 — результаты аналитического продолжения вверх



**Рис. 3.** Оценка глубин источников магнитного поля по графику логарифма радиально осредненного амплитудного спектра: 1 — по остаточному полю, полученному по результатам моделирования в слой; 2 — по полю трансформанты (аналитическое продолжение вверх на 3000 м)

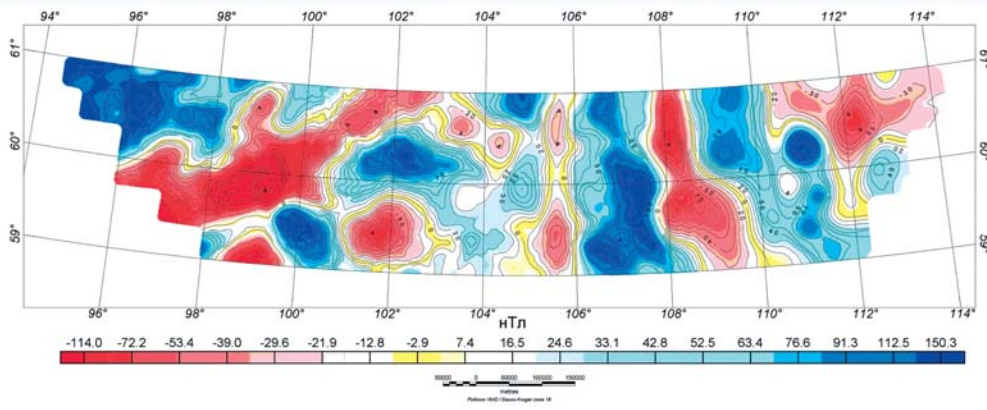


Рис. 4. Остаточное магнитное поле после редуцирования влияния верхней части разреза

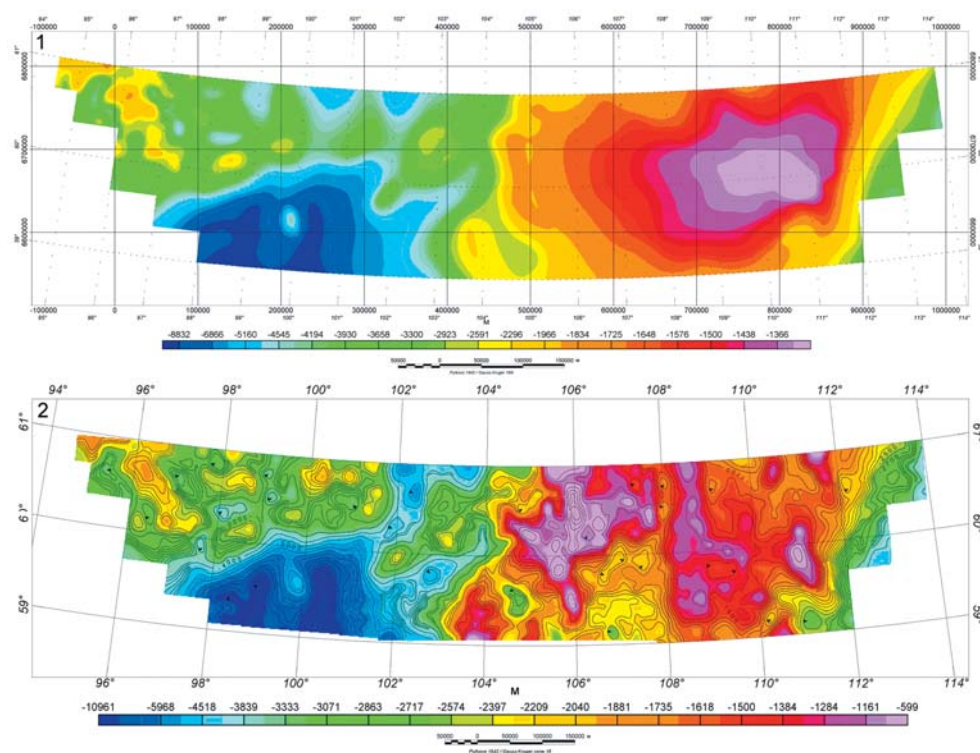


Рис. 5. Альтитуды поверхности дорифейского фундамента по данным бурения и сейсморазведки (1) и по результатам интерпретации аэромагнитных данных (2)

нитного поля, редуцированного за влияние верхней части разреза.

**1.2. Изучение морфологии поверхности раннедокембрийского фундамента.** Для площади работ имеется определенный объем сведений о рельефе кровли фундамента, полученных на основе глубокого бурения и данных сейсморазведки, наиболее надежными из которых являются результаты МОВ-ОГТ. При этом очевидно, что общая совокупность точек, где имеются более или менее надежные сведения о глубинах фундамента, остается весьма ограниченной, а их расположение в плане — чрезвычайно неравномерным.

Эффективность картирования кровли кристаллического фундамента, однако, можно значительно повысить за счет привлечения дополнительной информации, получаемой с помощью магнитной съемки. Дело

в том, что основная часть энергии аномального магнитного поля зачастую обусловлена влиянием именно верхней части кристаллического фундамента, и для ее картирования магнитная съемка в большинстве платформенных регионов фактически является прямым методом. В нашем случае таким свойством, по-видимому, обладает магнитное поле, редуцированное за влияние верхней части разреза. Проблема состоит лишь в разработке эффективных способов извлечения интересующей информации, на что в течение длительного времени направлялись значительные усилия.

Нами при изучении рельефа фундамента применялась обобщившая предыдущие достижения в этой области технология ROMGAS, которая входит в пакет СИГМА-3D [3]. Она базируется на определении координат особых точек функций, описывающих магнитные аномалии, по амплитудному спектру, вычисляемому в скользящем окне.

В нашем случае оценка глубин главной магнитоактивной поверхности (ГМАП) осуществлялась по магнитному полю, редуцированному за влияние верхней части разреза, в скользящем окне переменного размера. Размеры скользящего окна, с учетом изложенного выше,

выбирались с использованием априорных данных о глубинах фундамента (рис. 5.1). Совокупность полученных альтитуд, отнесенных к центру скользящего окна, дала возможность построить карту альтитуд ГМАП (рис. 5.2).

Наибольшие превышения ГМАП над поверхностью фундамента по априорным данным наблюдаются в областях интенсивного развития трапповых образований, что косвенно указывает на возможность наличия межпластовых интрузивных тел в толще осадочного чехла. В этом случае поверхность ГМАП может отражать положение кровли этих образований. Обратное соотношение альтитуд (превышение фундамента по данным сейсморазведки над ГМАП) отмечается в местах наибольшего погружения фундамента. Предположительно это может быть связано с тем, что фундамент

по данным сейсморазведки в этом регионе часто картируется косвенно — по одному из опорных горизонтов в подошве венда. В этом случае реальная поверхность фундамента может отличаться от картируемой по сейсморазведке довольно сильно. Если это предположение верно, то такие области могут интерпретироваться как участки с повышенной мощностью рифейских образований.

**1.3. Структурно-вещественное картирование фундамента.** ГМАП, положение которой определено по данным аэромагнитной съемки после редуцирования влияния пород траппового комплекса с использованием методов локализации особых точек, как было показано выше, в целом отвечает положению кровли пород кристаллического фундамента с контрастными изменениями намагненности. Зная морфологию указанной поверхности, можно перейти к изучению вещественно-го состава этих пород.

В данном случае в качестве верхней кромки слоя была использована поверхность, полученная на предыдущем этапе с помощью программы ROMGAS. Нижняя кромка слоя, как правило, принимается горизонтальной, а ее альтитуда оценивается по спектру интерпретируемого поля, хотя в принципе и нижняя граница может задаваться на основе априорных сведений. Для исследуемого района нижняя кромка слоя, заведомо включающего все источники ниже ГМАП, была, в соответствии с результатами спектрального анализа и с учетом использованной технологии редуцирования исходных полей, помещена при моделировании на глубине 10 км.

В процессе интерпретации субгоризонтальный слой между указанными поверхностями разбивался на квадратные в плане призматические элементы, размеры которых определялись с учетом глубин залегания их верхних кромок и масштаба съемки, в данном случае размер элементов был выбран равным 2000×2000 м. Каждый из элементов считался однородным, а величина их избыточной намагненности (плотности) по отношению к одному из элементов в центре участка определялась по программе REIST итерационным способом.

Направление вектора намагненности было выбрано совпадающим с направлением современного геомагнитного поля, вычисляемого

по модели IGRF для района работ. Это означает, что намагненность пород фундамента полагалась преимущественно индуктивной. Что касается естественной остаточной намагненности, то она считалась либо отсутствующей, либо коллинеарной современному полю.

Результатом работы программы REIST явилась двумерная петрофизическая характеристика пород, расположенных ниже ГМАП. Это позволило выполнить районирование территории по соотношению величин плотности и намагненности образований фундамента. Для реализации этой возможности была применена технология двумерной классификации пространственно распределенных данных CLASS2 (пакет СИГМА -3D).

На рис. 6 представлена модифицированная двумерная гистограмма распределения эффективных намагненности и плотности и легенда к ней. Необходимость модификации исходной двумерной гистограммы вызвана тем, что стандартная двумерная гистограмма характеризуется относительно низкой разрешающей способностью в областях наибольших и наименьших значений параметров из-за влияния тренда двумерного распределения генеральной совокупности.

В целях снижения влияния этого фактора в программе CLASS2 для анализа и разделения смеси используется

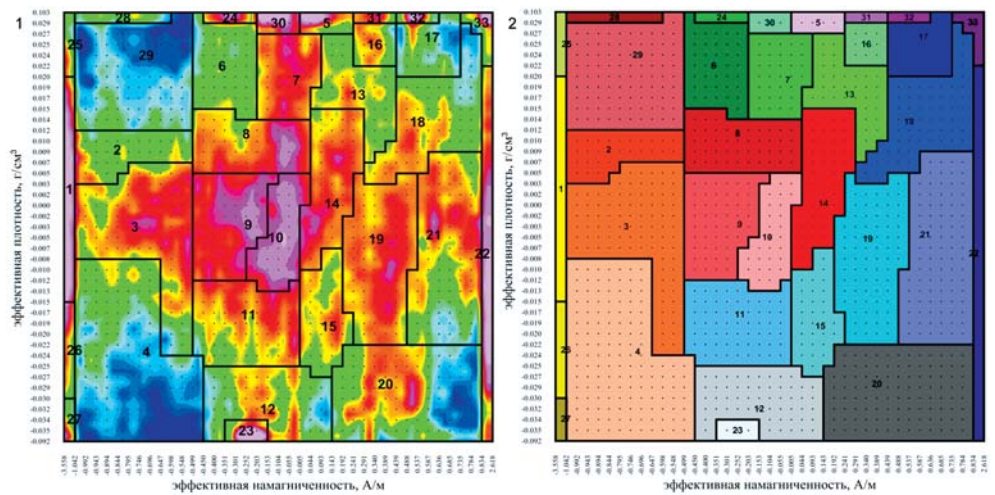


Рис. 6. Двумерная гистограмма распределения эффективной плотности и намагненности образований фундамента (1) и легенда к карте петрофизических классов (2)

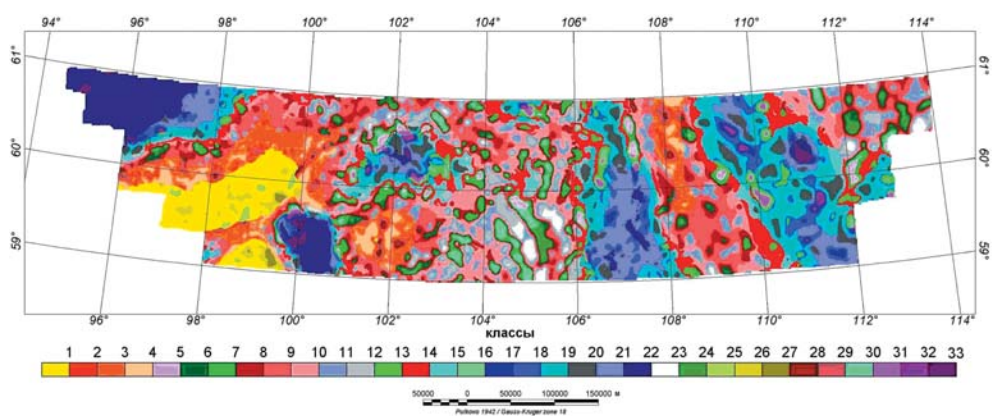


Рис. 7. Карта петрофизических классов пород фундамента

гистограмма, элементы которой для каждой градации представляют собой средние из частных гистограмм распределения каждого из параметров при фиксированном интервале изменений другого параметра.

На полученную таким образом модифицированную гистограмму, выглядящую как карта с цветной раскраской, наносится сетка, отмечающая границы градаций.

В результате работы с программой CLASS2 двумерная гистограмма распределения эффективных намагниченности и плотности была разделена на 33 класса. На рис. 7 представлены результаты такой классификации.

Геологическая идентификация выделенных петрофизических комплексов должна выполняться с использованием априорных данных о петрофизических характеристиках пород фундамента района работ. При этом следует иметь в виду, что при петрофизических исследованиях, как правило, определяется только величина магнитной восприимчивости пород. В результате же моделирования магнитного поля мы получаем значения модуля суммарного вектора намагниченности. Эти величины характеризуются взаимно однозначной связью лишь при отсутствии остаточной намагниченности.

**1.4. Объемное моделирование гравитационного и магнитного полей.** Программа REIST строит интерпретационную модель, в которой эффективные физические свойства могут изменяться в пределах заданного субгоризонтального слоя лишь по латерали. Очевидно, что природные объекты проявляют изменчивость и по вертикали, но в рамках данной модели подобная изменчивость может проявляться только косвенно, как некие плавные изменения свойств аппроксимирующих элементов по латерали. К сожалению, строго решить задачу изучения вертикального распределения намагниченности и плотности по данным магнито- и гравиразведки в общем случае принципиально невозможно.

Однако попытки подобных построений в надежде на то, что ситуация в конкретном районе является более благоприятной, нежели в общем случае, несомненно, должны предприниматься, естественно, при полном понимании и учете всех известных ограничений.

Направление в теории интерпретации потенциальных полей, связанное с попытками изучения в некоторых частных случаях вертикального распределения намагниченности и плотности по данным магнито- и гравиразведки, получило название интерпретационной томографии.

Под томографией в изначальном смысле этого слова принято понимать «метод рентгенографии, с помощью которого получают теневое изображение отдельных слоев исследуемого объекта» [8]. В конце XX в. этот термин стал использоваться более широко как метод неразрушающего послойного исследования внутренней структуры объекта, использующийся в медицинской диагностике, геофизике, промышленной интроскопии и т.д.

Применительно к интерпретации потенциальных полей термин томография, по-видимому, был впервые использован в середине 1990-х годов Ю.Я. Вашиловым [4] и с тех пор получил широкое распространение как у нас в стране [9], так и за рубежом [11].

Нами при интерпретации геофизических полей реализуется как фильтрационный, так и аппроксимационный подход к решению задач интерпретационной томографии. С их помощью строится трехмерная модель распределения физических свойств горных пород, из которой затем извлекаются отдельные разрезы или погоризонтные планы [2].

Результаты объемного моделирования гравитационного и магнитного полей методами аппроксимационной интерпретационной томографии проиллюстрированы на рис. 8 в виде вертикальных разрезов объемных

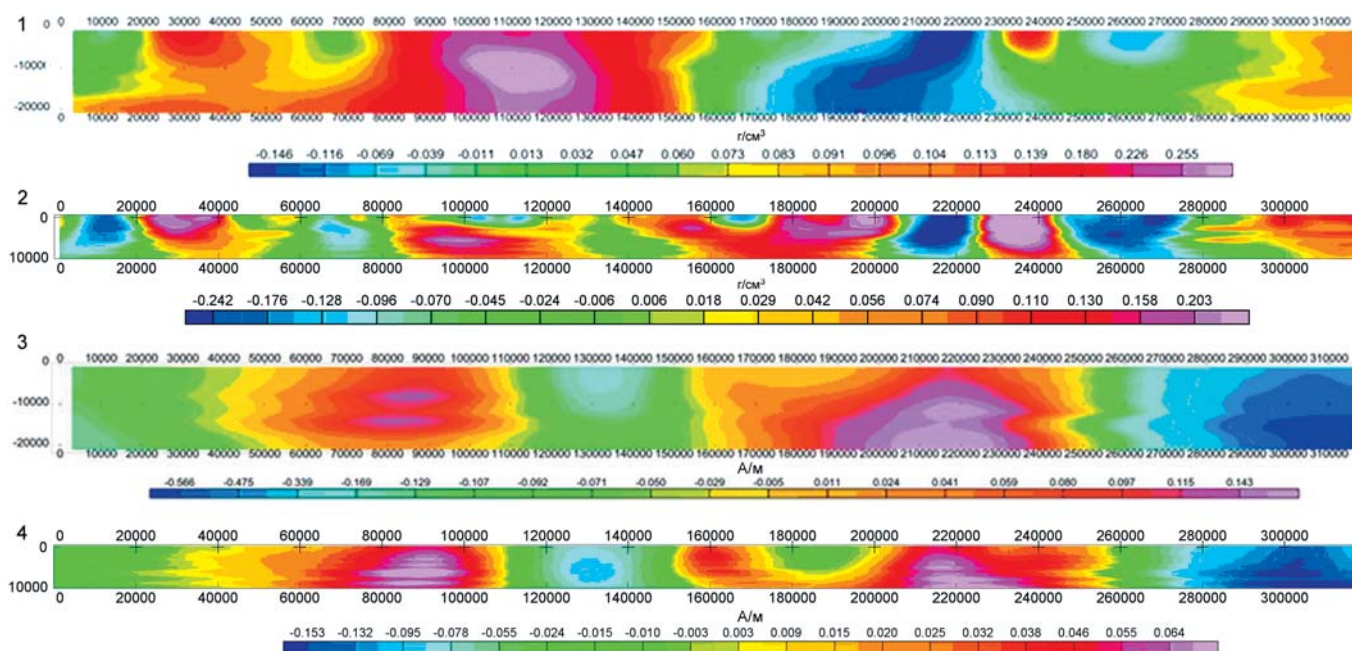


Рис. 8. Разрезы распределения эффективных плотностей (1, 2) и намагниченности (3, 4), полученные методами аппроксимационной интерпретационной томографии в интервале глубин от 0 до 10 км (2, 4) и от 2 до 20 км (1, 3)

моделей по линии сейсмического профиля. Моделирование выполнялось в двух вариантах: по аномальным полям в интервале глубин от 2 до 20 км для изучения глубинного строения территории и по редуцированным за влияние глубинной составляющей полям — для изучения строения осадочного чехла и верхней части фундамента в интервале глубин от 0 до 10 км.

Вычисляемые методами аппроксимационной интерпретационной томографии значения эффективных плотности и намагниченности рассчитаны для модели плоского горизонтального слоя (для магнитного поля — бесконечной мощности, т.е. полупространства), и в связи с этим могут заметно отличаться от реальных величин. Здесь практически применяется вполне традиционный в геофизике подход, связанный с использованием эквивалентных значений параметров (кажущаяся скорость в сейсморазведке, кажущееся сопротивление в электроразведке на постоянном токе или эффективное — на переменном), рассчитанных для идеальной среды. Поэтому вполне правомочно, на наш взгляд, измерять значения вычисленных эффективных параметров в  $\text{г/см}^3$  (плотность) и  $\text{А/м}$  (намагниченность). Следует только иметь в виду реальный физический смысл, вкладываемый в понятия «эффективной плотности» и «эффективной намагниченности».

**2. Изучение строения верхней части разреза.** Изучение строения этой части разреза включало:

- 1) оценку морфологии структур осадочного чехла;
- 2) изучение характера и степени развития трапповых образований и их воздействия на потенциальные ловушки углеводородов;
- 3) уточнение положения разломов и оценку их влияния на условия формирования ловушек углеводородов, уточнение границ распространения надвиговых зон и прогноз ловушек дизъюнктивного экранированного типа.

Трапповый магматизм и сложные тектонические процессы, оказавшие большое влияние на строение осадочного чехла, весьма осложняют выделение структур в его составе и изучение их морфологии. Тем не менее, в процессе изучения строения осадочного чехла нами были выполнены расчеты верхней магнитоактивной поверхности, которая в целом отражает морфологию поверхности траппов; предпринята попытка расчета суммарной мощности солей; определена степень дислоцированности пород осадочного чехла; выделены области распространения пород, намагниченных по современному магнитному полю и против него; прослежены тектонические нарушения.

При изучении строения верхней части разреза анализировались остаточные магнитное и гравитационное поля, полученные в результате моделирования фундамента как не подобранная часть исходных полей, раз-

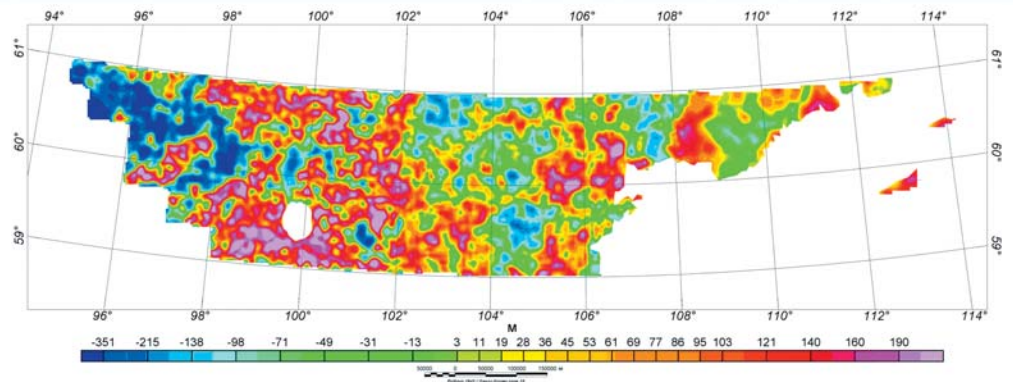


Рис. 9. Карта альтитуд верхней магнитоактивной поверхности

личные трансформанты исходных магнитного и гравитационного полей и данные о содержании естественных радионуклидов на изучаемой площади по материалам аэрогамма-спектрометрической съемки.

**2.1. Изучение морфологии субгоризонтальных границ в верхней части разреза.** По априорным геологическим данным на изучаемой территории весьма широко развиты трапповые образования, расположенные вблизи дневной поверхности. Трапповые образования характеризуются весьма контрастными магнитными свойствами, что позволяет использовать для изучения особенностей их строения и условий залегания данные аэромагнитной съемки. В частности, для оценки глубин залегания верхних кромок трапповых образований по технологии ROMGAS рассчитывалась верхняя магнитоактивная поверхность. Параметры для расчета подбирались и корректировались по буровым данным, имеющимся на изучаемой территории, расчет выполнялся для каждой геодезической зоны отдельно.

При обработке использовались опции программы, позволившие добиться максимальной сходимости результатов обработки с данными бурения. После расчетов выполнялась корректировка полученных глубин с использованием уравнений регрессии, рассчитанных по данным бурения. Отметим, что коэффициент корреляции между альтитудами поверхности траппов по данным бурения и альтитудами вычисленной магнитоактивной поверхности в эталонных точках составил около 0,75 (при объеме выборки 120 точек), что свидетельствует о вполне удовлетворительной сходимости данных. Рассчитанная и скорректированная по буровым данным карта альтитуд верхней магнитоактивной поверхности (рис. 9) отмаскирована по предполагаемой границе развития пород трапповой формации.

**2.2. Оценка суммарной мощности солей в осадочном чехле.** Для расчета суммарной мощности венд-кембрийских солей в разрезе осадочного чехла применялся корреляционный метод разделения геофизических аномалий (КОМР) [7, 10], реализованный в пакете программ КОРДАТ (авторы А.К. Веселов, И.В. Смирнова), предназначенный для анализа сложных комбинаций геофизических полей при ограниченных априорных (эталонных) сведениях об изучаемой геологической характеристике.

Расчет проводился отдельно для двух областей распространения соленосных отложений. Оценка качества

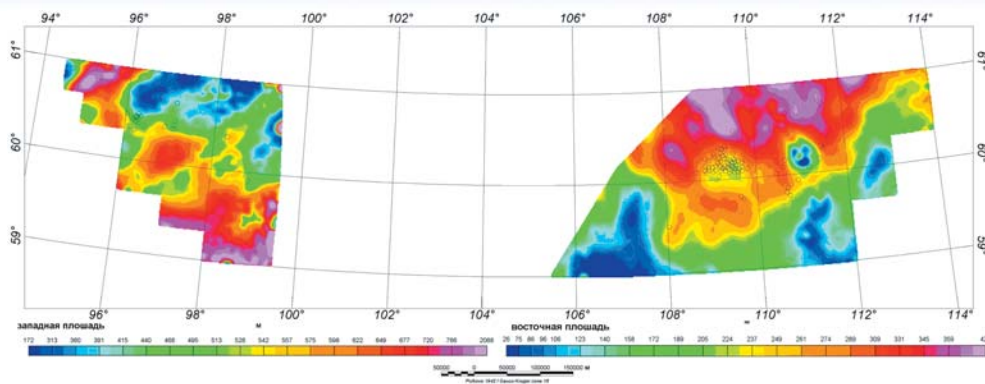


Рис. 10. Карта суммарной мощности солей (с эталонными скважинами)

построения выполнялась по значениям на эталонах; среднеквадратическая ошибка приближения составила для западного участка 37 м, для восточного — 34 м. Полученная по результатам использования КОМП карта суммарной мощности солей в разрезе осадочного чехла приводится на рис. 10.

**2.3. Картирование разрывных нарушений в верхней части разреза.** Очевидно, что на современное состояние геологической среды, в том числе на распределение углеводородов, значительное влияние оказывает характер протекавших тектонических и неотектонических процессов. В связи с этим с целью картирования разрывной тектоники верхней части разреза был выполнен линеаментный анализ распределения площадных и линейных элементов геофизических полей, а также дневного рельефа.

Анализ морфологии остаточного гравитационного поля показал, что степень его изменчивости на различных участках площади существенно различается. Логично предположить, что области с наиболее спокойным полем должны отвечать участкам, где образования осадочного чехла наиболее однородны по латерали, т.е. наименее подвержены дислокациям и фаціальным изменениям. Выделение таких областей принято осуществлять, например, путем расчета стандартного отклонения анализируемого поля в скользящем окне выбранного размера. Нами для этой цели использовался специально разработанный для решения подобных задач интегральный фильтр, с помощью которого осуществляется вычисление нормированной суммы абсолютных значений аномального поля в окне выбранного размера. Результатом явилась карта значений остаточного гравитационного поля, обработанного интегральным фильтром с окном 7 км, на которой пониженными значениями отмечаются области, наименее подверженные дислокациям.

На площади работ разрывные нарушения представлены в широком спектре: глубинные разломы, разломы фундамента, с которыми пространственно связаны разрывные нарушения в чехле, и непосредственно нарушения в чехле. Все они в той или иной мере находят отражение в исходных геофизических полях или в их трансформантах.

Для картирования разрывных нарушений в верхней части разреза использовались остаточные потенциальные поля, полученные в результате моделирования

фундамента, локальные составляющие потенциальных полей, их градиенты, а также данные аэрогамма-спектрометрической съемки и цифровая модель рельефа местности.

Для вычисления формальных трансформант физических полей использовались возможности пакета GEOSOFT, где соответствующие процедуры реализованы для спектральной формы представления данных.

**Выводы.** Изученная территория весьма сложна для исследования геофизическими методами, причем наиболее сложную проблему представляет широкое развитие трапповых образований. Тем не менее, использование описанных выше технологий и алгоритмов интерпретации позволило получить следующие основные результаты.

1. При интерпретации магнитного поля удалось эффективно подавить влияние траппов с помощью прямого физико-математического моделирования верхней части разреза. Результаты совместной интерпретации потенциальных полей были использованы для получения согласованных структурно-тектонических и прогнозно-поисковых моделей изучаемой территории в интервале глубин от дневной поверхности до 10–20 км.

2. С помощью специальной технологии по редуцированному за влияние траппов магнитному полю было выполнено вычисление альтитуд главной магнитоактивной поверхности, представляющей собой огибающую верхних кромок аномально намагниченных объектов, которая ассоциируется с поверхностью кристаллического фундамента.

3. Выполнено вещественно-петрофизическое картирование верхней части разреза фундамента, для чего использовались результаты автоматизированного моделирования гравитационного и магнитного полей.

4. Откартированы тектонические нарушения, контролирующие зоны и площади тектонической активизации в фундаменте, с использованием специальных методов компонентного анализа.

5. Получены редуцированные за влияние фундамента гравитационное и магнитное поля, обусловленные влиянием образований осадочного чехла. На основе анализа морфологии остаточных гравитационного и магнитного полей откартированы основные разрывные нарушения в осадочном чехле.

6. Для изучения строения самой верхней части разреза использованы локальная составляющая магнитного поля, данные аэрогамма-спектрометрии совместно с цифровой моделью рельефа.

7. Результаты специализированной обработки и интерпретации аэрогеофизических данных использовались при составлении геолого-тектонической модели территории, а также при прогнозе размещения нефтегазоперспективных и рудоносных структур.