

Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: материалы 29-й сессии международного семинара им. Д.Г.Успенского. Часть I. Екатеринбург: 2002. с. 30-35.

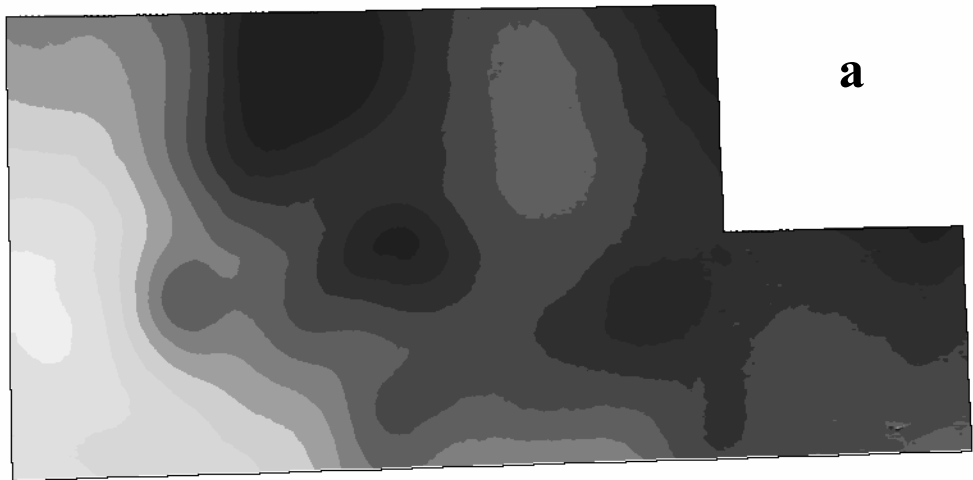
**Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Вертель А.Э., Трусов А.А.
ГНПП «Аэрогеофизика», МГГРУ, Москва**

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ СТРОЕНИЯ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ПО ДАННЫМ АЭРОМАГНИТОРАЗВЕДКИ

Современная аэромагниторазведка вступает в качественно новый этап своего развития. С одной стороны, это связано с резким повышением чувствительности применяемых магнитометров, достигшей в серийных приборах $5 \cdot 10^{-4}$ нТл, то есть долей пТл. С другой стороны, точность определения координат в точках измерения с помощью рядовых спутниковых навигационных систем достигла величин менее 1 м. В совокупности с созданием значительно более совершенных программно-аппаратных средств проводки, обработки и увязки маршрутов все это привело к существенному повышению точности съемки. Повышение качества аэромагнитных съемок ставит перед геофизиками ряд новых задач и предоставляет возможности решения весьма тонких проблем на основе извлечения геологической информации из магнитных аномалий в десятые и даже сотые доли нТл. Одной из таких проблем, имеющих большую практическую значимость, особенно в нефтегазовой отрасли, является непосредственное изучение структур осадочного чехла. Созданный авторами пакет программ СИГМА-3D предоставляет интерпретаторам в этом направлении ряд новых возможностей.

Магнитные аномалии, получаемые в результате аэромагнитной съемки, преимущественно связаны с породами кристаллического фундамента, поэтому аномальное поле, вызываемое структурами осадочного чехла, необходимо сначала выделить на их фоне. Для этого оказалось достаточно эффективным применение программы REIST. Она позволяет с помощью итерационной процедуры определить распределение намагниченности в слое между двумя заданными контактными поверхностями при условии, что вектор намагниченности всюду направлен по современному полю. Глубина верхней контактной поверхности может задаваться по независимым данным (сейсморазведка, бурение), либо определяться на основе анализа особых точек функции, описывающей аномальное поле. Нижняя контактная поверхность обычно принимается горизонтальной, а глубина ее оценивается методами особых точек, хотя и для ее задания возможно привлечение априорной информации. Поле подобранной таким образом трехмерной модели кристаллического фундамента вычитается из наблюдаемого, а полученные остаточные аномалии, стандартное отклонение которых обычно находится в пределах от нескольких нТл до 10-15 нТл, оказываются связанными преимущественно с влиянием осадочного чехла.

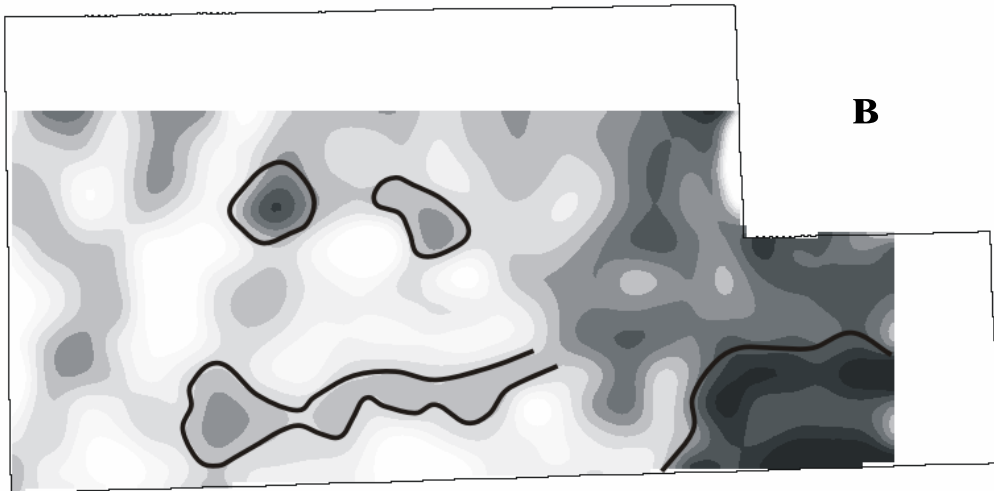
Среди осадочных отложений в разрезе чехла платформ встречаются такие, намагниченность которых заметно повышена. Структуры, сложенные ими, как и большинство природных объектов, обычно являются фрактальными, и это, в частности, проявляется в том, что практически со всеми субгоризонтальными границами раздела сред связано множество особых точек, располагающихся на них и проявляющихся в аномальном поле при любых глубинах залегания соответствующих контактных поверхностей. Отсюда следует, что для определения формы кровли намагниченных пород эффективно применение методов особых точек. В пакете СИГМА-3D для этого используется программа ROMGAS. Реализованная в ней технология базируется на результатах, полученных В.К.Ивановым еще в середине 50-х годов прошлого века, и заключается в выполнении следующей последовательности действий:



а



б



в

Рис.1. Результаты интерпретации аэромагнитных данных на одном из участков в Астраханской области: а) исходное поле ΔT ; б) остаточные магнитные аномалии; в) карта магнитоактивной поверхности в осадочном чехле, полученная с помощью программы ROMGAS с нанесенными на нее контурами известных поднятий.

1. В скользящем окне фиксированных размеров, обычно примерно на порядок превышающих ожидаемые глубины источников, вычисляется двумерный спектр Фурье.
2. Выполняется радиальное осреднение модуля двумерного спектра и его логарифмирование.
3. Среднеполосная часть радиально осредненного логарифмического спектра аппроксимируется прямой, по угловому коэффициенту которой вычисляется глубина верхней особой точки.
4. Совокупность особенностей, полученных при разных положениях скользящего окна, характеризует огибающую системы верхних особых точек, и ее форма достаточно хорошо отражает форму кровли намагниченных пород.

Если программу ROMGAS применить к исходному полю, то полученная в результате так называемая главная магнитоактивная поверхность отразит рельеф поверхности кристаллического фундамента. Если же программу применить к остаточному полю, то в результате оказывается возможным определить форму кровли верхнего намагниченного слоя в осадочном чехле.

На рис. 1 представлены результаты интерпретации магнитного поля на одном из участков в Астраханской области. Из исходного магнитного поля (рис. 1а) было вычтено поле фундамента, модель которого получена программой REIST, и в результате вычислено остаточное поле, связанное с осадочным чехлом (рис. 1б).

Это поле было обработано с помощью программы ROMGAS, и результаты представлены на рис. 1в; на нем также показаны контуры известных поднятий. Сопоставление этих данных демонстрирует, что известные поднятия четко совпадают с участками повышения магнитоактивной поверхности в осадочном чехле.

Дополнительные возможности предоставляет квадрупольный подход в изучении структур осадочного чехла. Дело в том, что субгоризонтальные пласты намагниченных осадочных пород, расположенные в немагнитной среде, создают слабые, но весьма специфические магнитные аномалии квадрупольного типа, которые могут быть выявлены с помощью специальной методики.

Выявление аномалий квадрупольного типа осуществляется путем подбора остаточного поля набором квадрупольей, равномерно размещенных на горизонтальной плоскости. Направление вектора намагниченности пород осадочного чехла при этом считается совпадающим с направлением нормального геомагнитного поля в районе работ. Глубина расположения квадрупольей определяется по спектру остаточного поля, а их квадрупольные моменты находятся в программе REIST с помощью итерационного алгоритма, аналогичного тому, который применялся на первом этапе для подбора аномалий дипольного типа от кристаллического фундамента. После второго этапа подбора стандартное отклонение остаточного поля снижается от нескольких нТл до нескольких десятых, а иногда и сотых долей нТл. Итогом работы является карта распределения модулей квадрупольных моментов, где максимумы соответствуют антиклинальным структурам, а минимумы – синклинальным. На формирование квадрупольного эффекта не исключено также влияние смен фациальных обстановок и стратиграфических несогласий, в том числе и палеоврезов. Информация на этой карте имеет качественный характер и помогает в анализе структуры осадочного чехла.

На рис. 2а показана карта изодинам ΔT , полученная в результате аэромагнитной съемки Предволжья республики Татарстан. Аномальное поле здесь изменяется в пределах от -428 до $+1228$ нТл. Остаточные аномалии после вычитания поля модели фундамента показаны на рис. 2б, их стандарт составляет $7,4$ нТл. На рис. 2в показана карта распределения модулей моментов квадрупольей, размещенных на горизонте -400 м, которая получена на втором этапе работы программы REIST. Среднеквадратическая погрешность подбора на этом этапе снизилась до $0,38$ нТл.

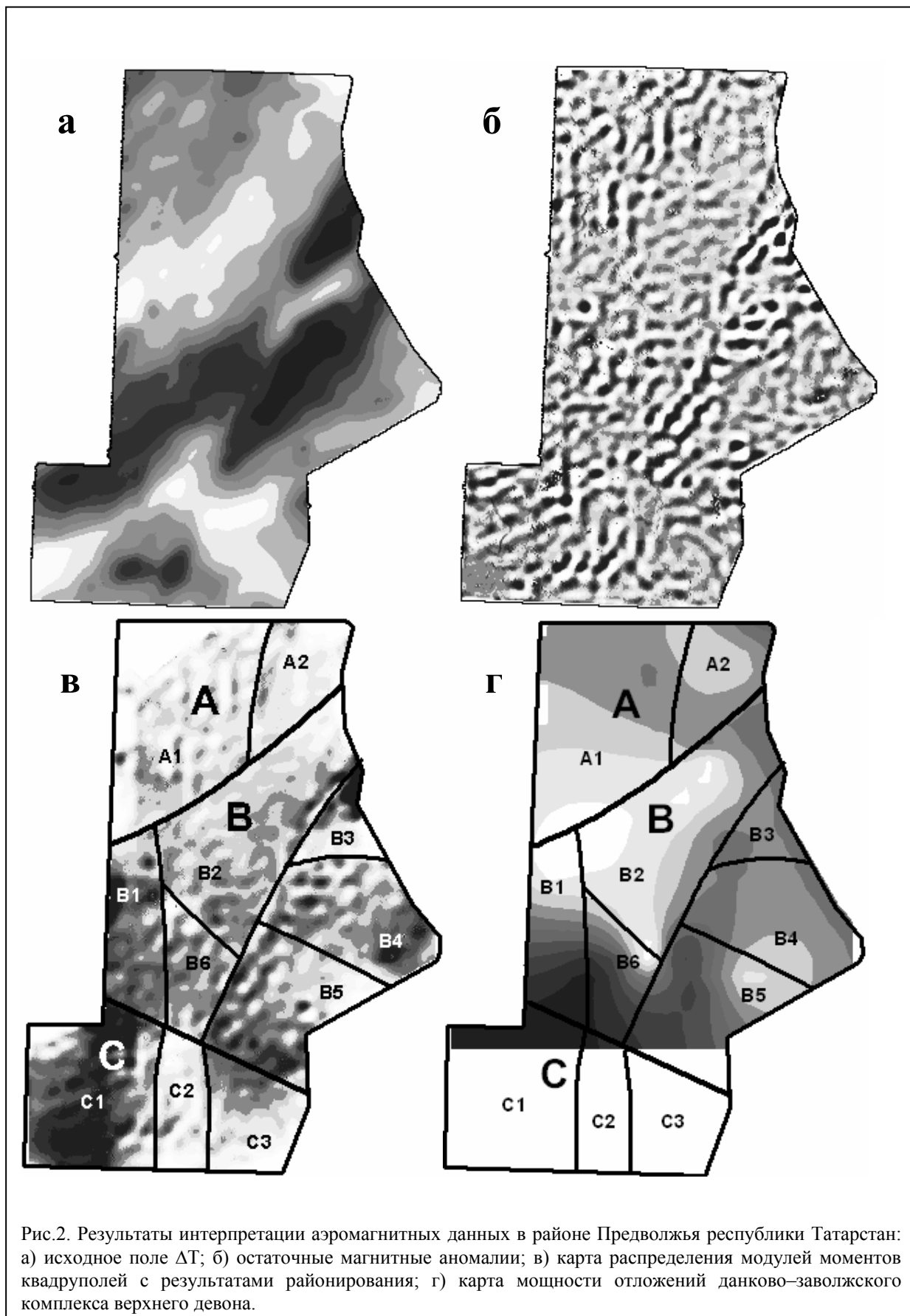


Рис.2. Результаты интерпретации аэромагнитных данных в районе Предволжья республики Татарстан: а) исходное поле ΔT ; б) остаточные магнитные аномалии; в) карта распределения модулей моментов квадруполей с результатами районирования; г) карта мощности отложений данково-заволжского комплекса верхнего девона.

Очевидно, сложные многоэкстремальные аномалии от структур осадочного чехла в результате вычисления квадрупольных моментов объединились в поля более простой морфологии. На карте отчетливо выделяются три основных области с различной интенсивностью и направленностью складчатых образований в верхней части разреза осадочного чехла, интерпретируемые как крупные по масштабам обособленные тектонические образования. Границы между ними рассматриваются как границы структурно-седиментационных зон. Подзоны внутри выделенных областей рассматриваются как средние по масштабам тектонические формы, вероятнее всего, представляющие собой обособленные блоки с различным тектоническим развитием. На рис. 2г показана, построенная по данным бурения, карта мощности отложений данково–заволжского комплекса верхнего девона с нанесенными на нее границами, полученными в результате обработки остаточных аномалий в рамках квадрупольного подхода. Ее сопоставление с рис. 2в достаточно убедительно демонстрирует эффективность предложенного подхода.

В целом методика анализа квадрупольных моментов позволила в пределах Предволжья республики Татарстан:

1. создать геолого-геофизическую модель осадочного чехла на основе разделения его на тектонически самостоятельные элементы, существующие весь период плитного этапа развития территории и обусловившие её строение;
2. на основании этого провести деление района исследований на структурно-седиментационные области, в них выделить тектонические элементы более мелкого порядка, а также локальные складки в верхней части осадочного чехла;
3. определить характер поведения блоков в тектонических процессах – как монолитных образований либо в качестве активных зон, принимавших на себя основную часть тектонической энергии, что важно для оценки наличия локальных структур и поднятий в осадочном чехле при анализе признаков и критериев нефтегазоносности территории;

Таким образом, реализованные в пакете программ СИГМА-3D новые подходы к интерпретации аэромагнитных данных предоставляют интерпретатору важную информацию об изучаемых структурах осадочного чехла.