

МЕТОД КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГРАВИТАЦИОННОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЛУБИННЫХ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ

Изложен способ нестандартного подхода к комплексной интерпретации гравитационного и магнитного полей с целью выявления тектонических поднятий в осадочном чехле. Способ заключается в удалении из аномального гравитационного поля составляющей, обусловленной изменением плотности пород, под влиянием флюидизации при тектоно-магматической активизации. Векторная трансформация поля после этой процедуры позволила выявить в гравитационном поле известные тектонические поднятия и оконтурить прогнозные.

Ключевые слова: гравиметрия, магнитометрия, интерпретация, тектоника, ловушки углеводородов.

Совместная интерпретация гравитационного и магнитного полей в зависимости от конкретной геологической ситуации требует индивидуального подхода. В качестве нестандартного приема интерпретации комплекса потенциальных полей рассматриваются результаты исследований, проведенных на Верещагинской площади (западные районы Пермского края). Применение способа рассмотрено с целью решения актуальной задачи: выделения тектонических поднятий в толще вендских отложений.

Изучаемая территория (примерно 50*60 км) характеризуется подобием структуры гравитационного и магнитного полей (Рис. 1, 2). Аналогия полей несколько нарушается в ее восточной части. Из этого следует, что гравитационное и магнитное поля преимущественно формирует единый источник – плотные магнитные породы. Высокая плотность и намагниченность пород являются результатом наложенных процессов – внедрения интрузии в толщу протерозоя и флюидизации осадочного чехла в период тектоно-магматической активизации в раннем триасе-юре.

В геологическом отношении площадь расположена на территории Верхнекамской впадины по палеозою и на северном склоне Калтасинского авлакогена по фундаменту. Глубина залегания поверхности фундамента в пределах изучаемой территории изменяется от 3 км на севере до 7 км на юге. Калтасинский авлакоген заполняют рифейские толщи. Породы рифея несут следы интенсивных катагенетических изменений: ожелезнение, стилолитизация, наличие вертикальных трещин и микросбросов. Породы прорваны интрузиями габбро-диабазов. На изучаемой площади магматические породы встречены в скважинах Бородуллинская – 1-ОП, Верещагинская – 37.

На размытой поверхности рифея субгоризонтально залегают отложения венда и палеозоя, составляющие осадочный чехол, который имеет дифференцированную по вертикали плотность. Толща венда сложена глинисто-терригенными породами со средней плотностью 2,5-2,57 г/см³ (Новоселицкий и др., 1985). Палеозой представлен слоями карбонатов плотностью 2,66-2,73 г/см³ и глинисто-обломочных пород плотностью 2,38-2,57 г/см³.

Палеозойская часть разреза на Верещагинской площади изучена бурением и сейсморазведкой, здесь выявлены тектонические приразломные валы Верещагинский и Очерский (Рис. 1). Локальные поднятия, осложняющие валы, содержат залежи углеводородов.

Целью данных исследований является прогноз ловушек углеводородов в вендской части разреза по комплексу потенциальных полей. Выбор методики совместной интерпретации гравитационного и магнитного полей определялся ниже перечисленными особенностями геологического строения и развития территории.

1. Площадь расположена в пределах сводовой структурно-фациальной зоны девонско-турнейского этажа, характеризуется отсутствием крупных рифогенных массивов со структурами облекания. Поэтому гравитационное поле свободно от их влияния, прямой эффект от которых в соседних районах может достигать 2,5 МГал.

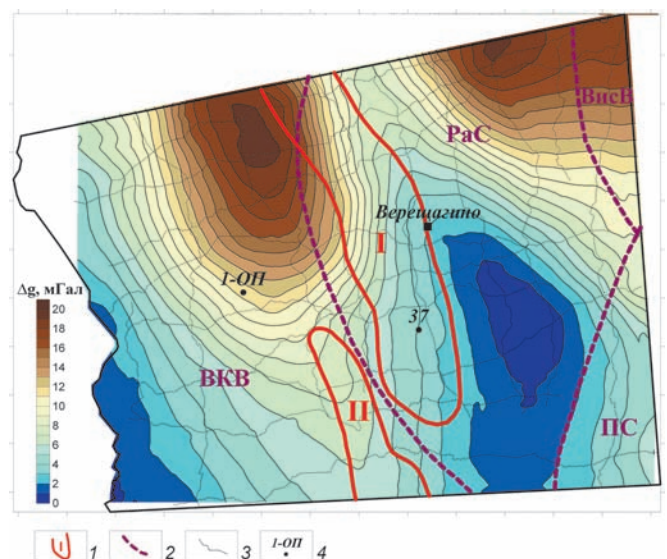


Рис. 1. Карта гравитационного поля Δg Буге. 1 – тектонические валы: I – Верещагинский, II – Очерский; 2 – границы тектонических зон: ВКВ – Верхнекамская впадина, РаС – Ракишинская седловина, ВисВ – Висимская впадина, ПС – Пермский свод; 3 – гравиметрические профили; 4 – скважины.

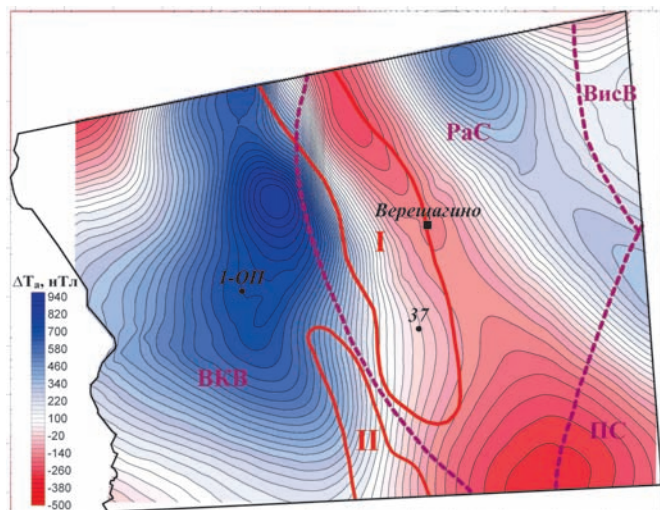


Рис. 2. Карта магнитного поля ΔT_a .

2. Наличие в палеозойской толще тектонических приразломных высокоамплитудных валов. Амплитуда Верещагинского вала в нижней части палеозоя достигает 100 м, по кровле кунгурских сульфатно-карбонатных отложений, на глубине порядка 500 м, составляет 70 м. Ширина валов 5-7 км. Протяженность Верещагинского вала в пределах изучаемой площади 35 км. Северная часть Очерского вала, заходящая в пределы изучаемой площади с юга, имеет длину 15 км.

3. Проявление тектономагматической активизации на востоке Восточно-Европейской платформы в постседиментационный период.

Таким образом, гравитационное поле, создаваемое осадочным чехлом на данной территории, имеет три составляющие.

1. Структурная составляющая – аномалии от неровностей гравитационных поверхностей – тектонических поднятий. Так, гравиметрическое моделирование показало, что приподнятое положение гравитационных поверхностей в районе тектонических валов создает положительную аномалию величиной 0,49-0,56 мГал.

2. Деформационная составляющая – вследствие изменения плотности пород при тектонических деформациях. При этом может происходить как уменьшение плотности пород на участках растяжения, так и увеличение плотности пород на участках сжатия.

3. Флюидизационная составляющая – за счет изменения плотности пород осадочного чехла под влиянием глубинных флюидов и повышенной температуры в районах внедрения интрузий, что, вероятно, и привело к синхронному изменению плотности и намагниченности пород на данной территории.

Таким образом, принимая во внимание фактическое подобие гравитационного и магнитного полей можно предположить, что флюидизация привела к увеличению плотности и намагниченности пород осадочного чехла.

Гравиметрические и магнитометрические данные обработаны по программе VECTOR, разработанной в Горном институте УрО РАН. В программе реализован принципиально новый подход при обработке потенциальных полей, основанный на использовании высокой чувствительности векторов полного горизонтального градиента к боковым неоднородностям. Горизонтальные градиенты

вычисляются на основе программной тригонализации профилей с измеренными значениями поля силы тяжести. Трансформации на уровне векторов с процедурой последующего интегрирования (восстановления) поля из градиентов позволяют провести особое детальное разделение аномалий поля как в плане, так и по глубине с привязкой каждого источника аномалий по шкале эффективных глубин. Процедура обработки осуществляется путем «векторного сканирования», под которым понимается разделение полного горизонтального градиента на составляющие в скользящем замкнутом контуре. Результаты представляются в виде плоских (двумерных) трансформант и трехмерных трансформант (куба) поля. Первые отражают эффект слоя, ограниченного парой эффективных глубин, вторые можно считать диаграммами объемного распределения квазиплотности (квазимагнитности) геологической среды (Простолупов и др, 2006).

На фоне высокоградиентного изменения наблюдаемого гравитационного поля (Рис. 1) аномалии от тектоничес-

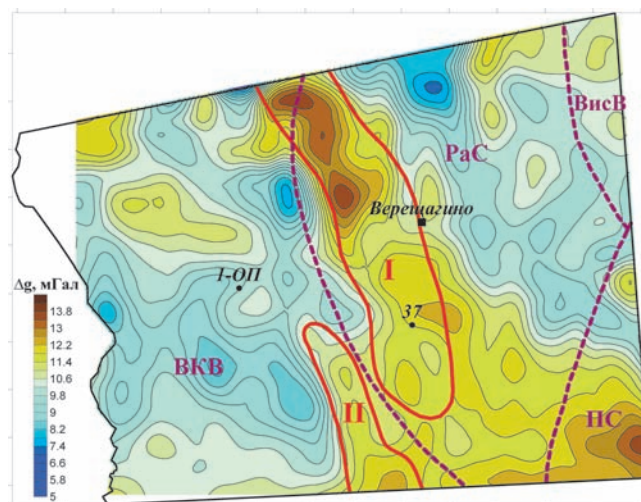


Рис. 3. Трансформанта гравитационного поля после вычитания флюидизационной составляющей для палеозойской части разреза.

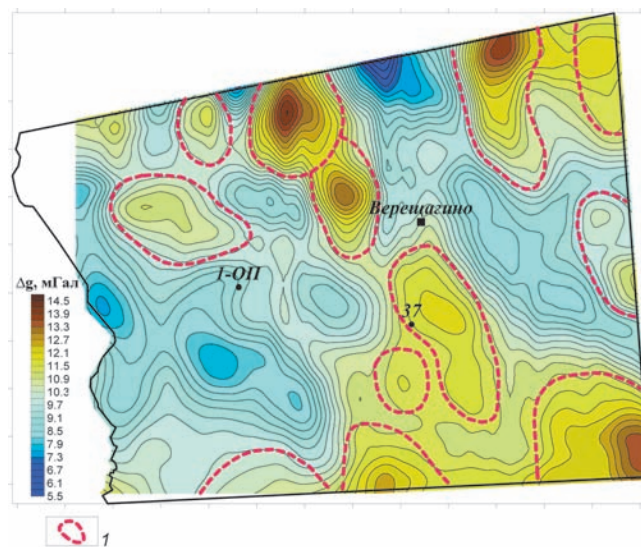


Рис. 4. Трансформанта гравитационного поля после вычитания флюидизационной составляющей для вендской части разреза. 1 – участки, перспективные на выявление тектонических поднятий.

ких валов, определенные решением прямой задачи, визуально не видны. Не проявляются они и в гравитационном поле осадочного чехла, выделенном из наблюдаемого поля при помощи программы VECTOR. В итоге прогноз тектонических структур в осадочном чехле только по гравитационному полю невозможен, т.к. осложняется наличием флюидизационной и деформационной составляющей.

Морфология трансформанты магнитного поля осадочного чехла, полученная также в системе VECTOR, характеризующая его магнитное строение, как и в случае наблюдаемых полей, практически идентична трансформанте, характеризующей плотностное строение.

Из этого следует, что на данной территории большой вклад в гравитационное поле осадочного чехла вносит изменение плотности пород под влиянием флюидизации. Это затушевывает проявление структурного и деформационного факторов. Решение поставленной задачи – выявление по гравитационному полю тектонических поднятий, т.е. выделение положительных аномалий, обусловленных тектоническим и связанным с ним деформационным фактором, раздельно для палеозойского и вендского комплексов, осуществлено следующим образом. Из гравитационного эффекта осадочного чехла вычиталось влияние флюидизационной составляющей плотности. Для этого магнитное поле (Рис. 2) пересчитывалось в псевдогравитационное (формула Пуассона), которое затем вычиталось из гравитационного поля (Рис. 1). Остаточное гравитационное поле, в итоге, содержит влияние структурного фактора и влияние плотностной неоднородности, возникшей за счет деформаций.

В трансформантах остаточного поля без флюидизационной составляющей, рассчитанных в системе VECTOR для палеозойской части осадочного чехла (глубины до 2,4 км), известные крупные тектонические валы (поднятия I и II на Рис. 1-3) отразились отчетливыми положительными аномалиями (Рис. 3).

Эффективность использования данного приема совместной интерпретации гравитационного и магнитного эффектов для палеозойской толщи позволила применить его для изучения вендской части разреза, в интервале глубин от 2,4 до 3,0 км. С этой целью из наблюдаемого гравитационного поля (Рис. 1) также вычтено магнитное поле (Рис. 2), пересчитанное в псевдогравитационное. В остаточном поле для вендской части разреза (Рис. 4) осталось влияние структурного и деформационного факторов. Выделенные положительные аномалии можно считать перспективными на выявление тектонических поднятий в вендской толще.

Применение данной методики совместной интерпретации гравитационного и магнитного полей с целью выявления ловушек углеводородов, заключающейся в удалении из наблюдаемого гравитационного поля влияния флюидизационной составляющей плотности, возможно только в районах, где гравитационное и магнитное поля близки по морфологии и обусловлены влиянием плотных магнитных масс. В этом случае гравитационное поле имеет три составляющие: структурную, деформационную и флюидизационную. Вычитание из наблюдаемого гравитационного поля на основе магнитных данных флюидизационной составляющей позволяет ос-

тавить эффекты со структурными и деформационными составляющими.

Литература

Новоселицкий В.М., Проворов В.М., Шилова А.А. Физические свойства пород осадочного чехла севера Урало-Поволжья. Свердловск: УНЦ АН СССР. 1985. 132.

Простолупов Г.В., Новоселицкий В.М., Конешов В.Н., Щербинина Г.П. Об интерпретации гравитационного и магнитного полей на основе трансформации горизонтальных градиентов в системе «VECTOR». *Физика Земли*. 2006. № 6. 90-96.

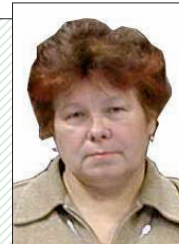
G.P. Scherbinina, G.V. Prostolupov, M.S. Chadayev. **Using gravity and magnetic fields to reveal deep oil-bearing objects.**

We describe a novel approach to complex interpretation of gravitational and magnetic fields with the aim to identify tectonic uplifts in the sedimentary sequence. The essence of the method is to eliminate the component of anomalous gravitational field, which is caused by variations of rock density under the influence of fluidization in the tectonic-magmatic activation. Application of this procedure and subsequent vector transformation of the field allowed to identify the known tectonic uplifts and to delineate prospective areas.

Keywords: gravimetry, magnetometry, interpretation, tectonics, trap hydrocarbons

Галина Прокопьевна Щербинина

К. геол.-мин. н., ведущий научный сотрудник. Научные интересы: геологическая интерпретация геофизических данных.



Лаборатория геопотенциальных полей Горного института Уральского отделения РАН.
614007, Пермь, ул. Сибирская, 78А. Тел.: (342)2-44-55-81.

Геннадий Валерьевич Простолупов

К. техн. н., старший научный сотрудник. Научные интересы: обработка, трансформация и интерпретация геопотенциальных полей.



Лаборатория геопотенциальных полей Горного института Уральского отделения РАН.
614007, Пермь, ул. Сибирская, 78А. Тел.: (342)2-44-55-81.

Михаил Сергеевич Чадаев

Д. техн. н., ведущий научный сотрудник. Научные интересы: обработка и интерпретация гравиразведочных данных.



Лаборатория геопотенциальных полей Горного института Уральского отделения РАН.
614007, Пермь, ул. Сибирская, 78А. Тел.: (342)2-44-55-81.