

ГРАВИМЕТРИЯ В РЕШЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ЗАДАЧ

*УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
abramovichaa62@gmail.com*

В статье приводятся данные о становлении и развитии одного из наиболее широко используемого и наиболее важного геофизического метода – гравитационной разведки и её применении для решения разнообразных геологических задач.

Разведочную гравиметрию как новое могущественное орудие исследований начали использовать в 20-х годах прошлого века. С самого начала ее применения геофизики стремились обеспечить надежность истолкования полевых измерений. Поэтому введение в них необходимых поправок является строжайшим правилом.

Исправленные данные измерений наносят на графики, «привязанные» к линиям наблюдений, а также на карты участков исследования. Пункты, которым соответствуют одинаковые значения приращения силы тяжести Δg или её градиентов g , соединяют на карте плавными линиями – изоаномалами. Они очерчивают зоны повышенных или пониженных значений силы тяжести, т. е. аномалии.

Перед исследователем возникает вопрос, чем вызваны эти аномалии, т. е. каково распределение масс в земной коре или какова структура, которая могла бы служить причиной наблюдаемых аномалий. Его решают по-разному в зависимости от поставленной задачи.

Гравиметрию широко используют при решении крупномасштабных геологических проблем. Она позволяет определять важные особенности строения значительных участков земной коры. Для этого привлекают особые приемы интерпретации. Так, в конце 40-х годов прошлого века академик А. Д. Архангельский совместно с другими учеными, исследуя на территориях Европейской части бывшего СССР, Урала и Западной Сибири расположение аномалий силы тяжести, а также магнитных аномалий, установил, что они непосредственно связаны с глубинным геологическим строением.

При изучении рудных месторождений по данным гравirazведки стремятся получить исчерпывающие сведения о размерах, форме, глубине и плотности рудных тел. Для интерпретации наблюдений разработана теория гравитационного поля тел правильной геометрической формы (шара, цилиндра, наклонного пласта и пр.) и даны способы вычисления их параметров. В последнее время удалось до такой степени упростить и механизировать процесс предварительной интерпретации, что гравirazведчик в отдельных случаях имеет возможность составлять предварительные геологические разрезы и карты непосредственно на месте работ, почти одновременно с проведением наблюдений. Для этого сопоставляют данные полевых измерений с теоретически вычисленными кривыми для разных типичных случаев залегания рудных тел.

Однако необходимо подчеркнуть, что основная задача интерпретации, т. е. геологического истолкования гравirazведочных наблюдений в объеме, необходимом для постановки разведочного бурения, не может быть решена однозначно только на основании таких вычислений. Практически одно и то же распределение силы тяжести может возникнуть при различном расположении масс. Для иллюстрации приведем примеры результатов расчета гравитационного поля рудных тел. Положим, например, что в земной

коре находится скопление относительно тяжелой руды, имеющее форму шара. Над этой рудой будет отмечена положительная аномалия силы тяжести. Для ее определения необходимо вычислить притяжение шара заданных размеров, избыточная плотность которого равна разности численных значений плотности руды и вмещающей породы.

Шаровая масса радиусом 35 м и с избыточной плотностью 1 г/см^3 создаст аномалию, которая распределится на поверхности, как показано на рисунке 1 (кривая 1). Наибольшее возмущение силы тяжести этой массой (180 000 т) будет наблюено над точкой O , где $\Delta g = 0,001 \text{ см/сек}^2 = 1 \text{ мгл}$. Эта малая величина, составляющая приблизительно только $1/1\,000\,000$ земного притяжения, современными гравиметрами может быть достаточно надежно определена [1].

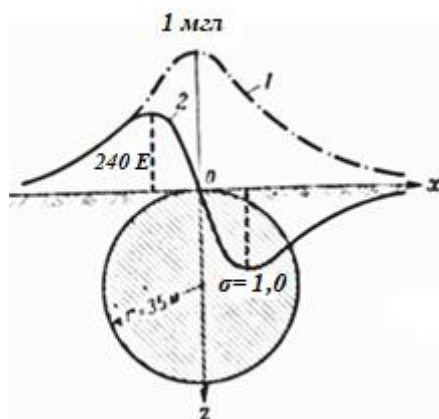


Рисунок 1 – Аномалия силы тяжести (1) и ее градиента (2) над шаровым рудным телом

Присутствие рудного тела может быть обнаружено и способом измерения градиента силы тяжести (рисунок 1, кривая 2). Максимальное значение градиент достигает не над центром сферы, а на расстоянии, равном половине ее радиуса. В нашем случае максимальное значение градиента силы тяжести равно 240 E , превышающее более чем в 1000 раз чувствительность современных приборов.

Покажем теперь на примере, что неодинаковые по размерам шаровые рудные тела, находящиеся на разных глубинах, могут создать одинаковые по амплитуде аномалии. На рисунке 2 изображены два сферических тела с относительной избыточной плотностью 1 г/см^3 , залегающие на глубине 2,4 км (радиусом 1 км) и 0,4 км (радиусом 0,3 км). Оба тела над центром создают аномалию, равную приблизительно $4,7 \text{ мгл}$. Однако кривая 1 аномальных значений Δg для меньшего тела убывает с расстоянием от положения максимума гораздо быстрее, чем кривая 2 соответственно для глубинного большого рудного тела [2].

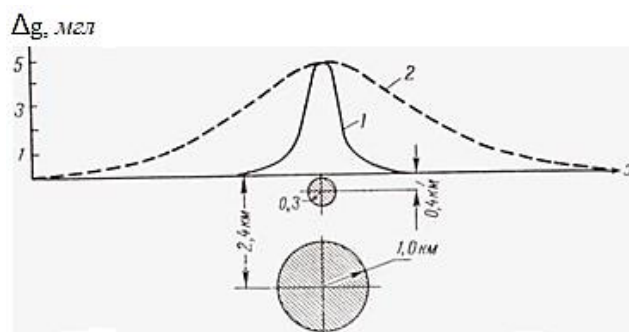


Рисунок 2 – Влияние глубины залегания и размеров рудного тела на величину аномалии силы тяжести

Гравиметрическую разведку применяют также при поисках нефтяных и газовых месторождений, связанных с соляными куполами и сводами складок. Соль имеет меньшую плотность, чем окружающие ее породы, поэтому над соляным куполом наблюдается меньшее значение силы тяжести по сравнению с его окрестностями. По мере удаления от вершины купола сила тяжести возрастает причем горизонтальный градиент тем больше, чем круче склоны соляного купола. Нанесение на карту результатов наблюдений дает возможность определить не только местоположение соляного купола, но нередко и его профиль в разрезе. Гравиметрические исследования позволяют наметить место для заложения скважины, которая должна вскрыть скопление нефти или газа в приподнятых слоях отложений, прилегающих к куполу.

Гравиразведка, как и другие геофизические методы, играет важную роль при исследовании слабо изрезанных равнин. На плато Устюрт, в пустынях Средней Азии и других равнинных районах на основании обнаруженных аномалий силы тяжести удалось установить существование предгорной впадины к югу от хребта Большой Балхан и других глубинных структур Арало-Каспийских равнин.

Пример карты с изоаномалами, характеризующими распределение силы тяжести в пределах горной области, показан на рисунке 3 [2].

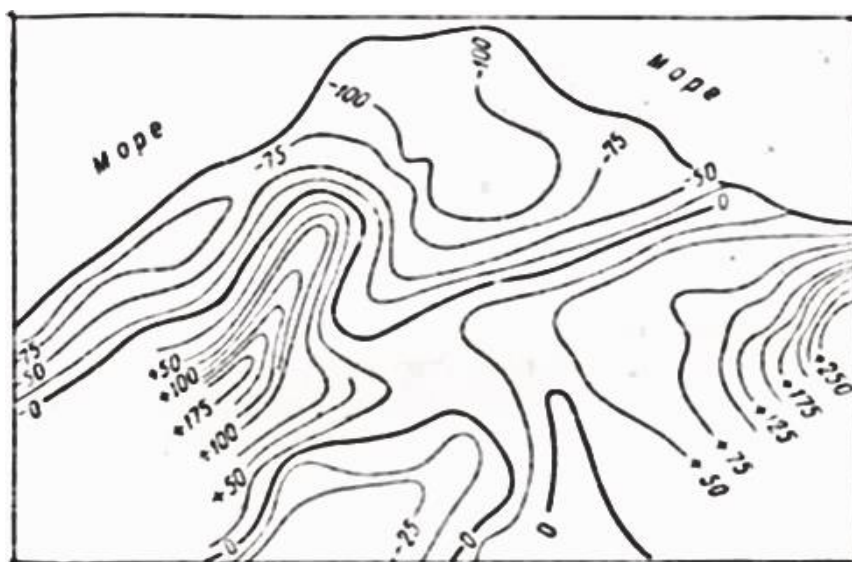


Рисунок 3 – Карта аномалии силы тяжести в редукции Фая в районе, где имеются явно выраженные положительные аномалии. Цифры у каждой линии обозначают величину аномалии в миллигалах

График аномалии силы тяжести над прогибом кристаллического фундамента приведен на рисунке 4 (а). Прогиб заполнен относительно рыхлыми осадочными породами (рисунок 4 (б)). Как видно, при помощи гравиметрии здесь хорошо прослеживается как ступень кристаллического фундамента, так и границы прогиба.

Большие перспективы применения гравиметров при изучении рудных месторождений были связаны с повышением точности полевых измерений до 0,01–0,02 мгл. Результаты наблюдений по профилю, который пересекает рудную залежь, изображенную в разрезе, показаны на рисунке 5 [1]. Из графика следует, что рудное тело обнаружено гравиметром достаточно четко, причем общая величина аномалии Буге достигает лишь 0,4 мгл. Повторные наблюдения показали, что в данном случае погрешность измерений была менее 0,02 мгл. Пунктирная кривая соответствует теоретически вычисленным значениям аномального поля. При этом предопределенные размеры, протяженность и положение залежи с общей массой руды 2,2 млн. т.

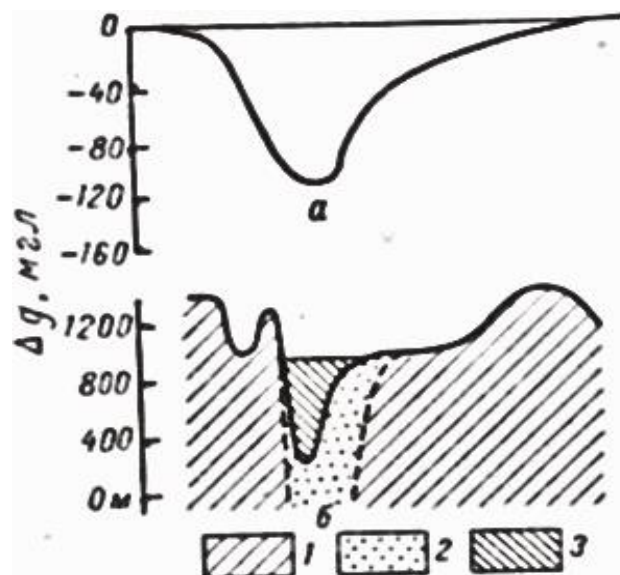
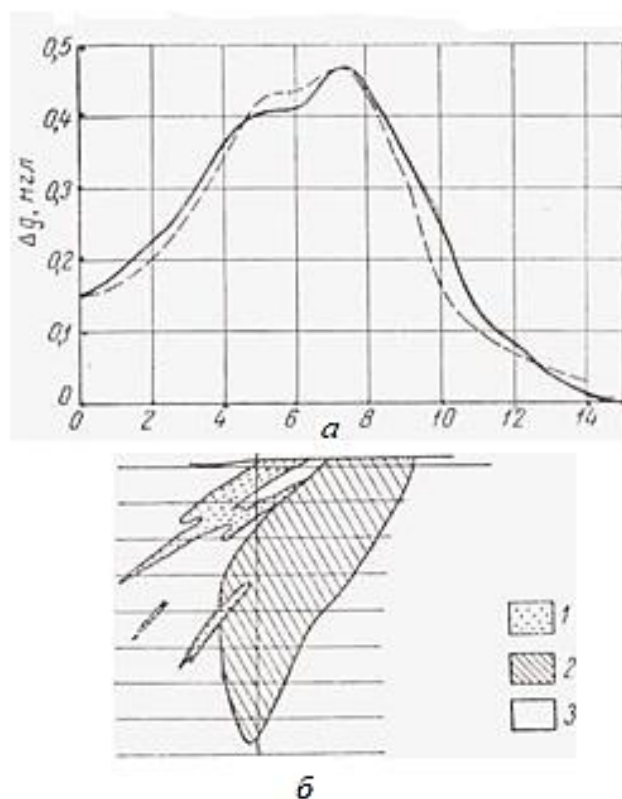


Рисунок 4 – Аномалия силы тяжести над прогибом кристаллического фундамента, обнаруженная при съемке гравиметром: а – кривая Δg ; б – геологический разрез; 1– кристаллический фундамент; 2, 3 – осадочные породы



Плотность, $г/см^3$: 1 – 4,1; 2 – 4,4; 3 – 2,9

Рисунок 5 – Результаты съемки (а) высокочувствительным гравиметром над рудной залежью (б)

Пример выявления деталей рельефа отложений карбона ($\sigma = 2,6 \text{ г/см}^3$), имеющего ступень под более легкими ($\sigma = 1,7\text{--}1,9 \text{ г/см}^3$) третичными и меловыми отложениями, приведен на рисунке 6 [3]. Аномалия градиента силы тяжести тут достигает 140 E, асимметрия же кривой градиента свидетельствует об изменении наклона поверхности ступени в карбоне.

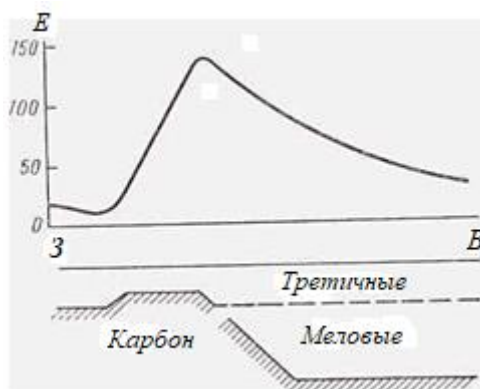


Рисунок 6 – Аномалия градиентов силы тяжести над уступом карбоновых отложений

Особое место в гравиметрии занимают исследования на морях. Изучение деталей гравитационного поля на всей поверхности нашей планеты, включая и ее водные просторы, имеет большое значение не только для определения фигуры Земли, но и для исследования геологического строения прибрежных стран и поисков полезных ископаемых на шельфах, в первую очередь нефти. Это заставило геофизиков создавать способы гравиметрических измерений на морях и океанах, преодолевая помехи, вызванные волнением. Впоследствии были созданы специальные морские гравиметры для съемки силы тяжести с корабля или подводной лодки в движении.

Список литературы

1. Иванов, А. Г. Физика в разведке земных недр / А. Г. Иванов. – М.: Недра, 1971. – 198 с.
2. Миронов, В. С. Курс гравиразведки / В. С. Миронов. – Л.: Недра, 1980. – 543 с.
3. Федынский, В. В. Разведочная геофизика / В. В. Федынский. – 2-е изд. – М.: Недра, 1967. – 672 с.

УДК 550.8.028

О. К. Абрамович

ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОИСКОВ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ

*УО «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
olga_pbe@mail.ru*

Статья посвящена роли оптического дистанционного зондирования при организации комплекса поисковых работ на нефть. Объектами исследования являются площади Припятского прогиба, Туровской депрессии и Оришанской впадины. Рассмотрены общие направления интерпретации материалов дистанционного зондирования.

Разработка «лёгкой нефти» подходит к завершающей стадии, поэтому повышаются требования к проведению разведочных работ, в состав которых входят дистанционные