**Интерпретация данных горавиразведки**

**Алгоритм интерпретации**

|  |
| --- |
| Установление геологической природы аномалий, районированиеМатрица взаимосвязей данных и процедур при интерпретации гравиметрических данных (граф интерпретации)Выделение аномалий, связанных с изучаемыми структурамиОпределение численных параметров плотностного разрезаРезультатыДействия:Данные:Трансформации, фильтрацияКачественнаяКоличественнаяПрогноз |
| Рис. 1.10 Граф интерпретации аномалий поля силы тяжестиСоставлен:МГУ им. М.В. Ломоносова, *Геологический факультет**Кафедра геофизических методов исследования земной коры**Лаборатория гравиметрии и магнитометрии (К. Кривошея, И. Лыгин)* |

Алгоритм процесса интерпретации очень наглядно представлен на рис 1.10. В общих чертах показанные на графе взаимосвязи данных и процедур, безусловно, применимы к геологической интерпретации любых геофизических материалов. В отношении гравиразведки, необходимо подчеркнуть важность этапа выделения из суммарного поля аномалий, связанных с изучаемыми структурами. На этом этапе широко применяются методы фильтрации и трансформации исходного измеренного поля.

Второй этап – качественная интерпретация, состоит в установлении закономерностей проявления элементов геологического строения в гравитационном поле. Эта работа сводится к решению задач районирования, установлению природы локальных аномалий силы тяжести, составлению структурно-тектонических схем, то есть – к созданию *качественной* плотностной модели изучаемого геологического объекта.

Третий этап – количественная интерпретация, подразумевает определение численных характеристик созданной модели. На этом этапе используются всевозможные, существующие в настоящее время в большом количестве, методы моделирования, корреляционно-статистические, а также аналитические методы и способы решения прямой и обратной задач.

С помощью всевозможных аналитических приемов и математических аппаратов решения обратной задачи определяются местоположение эпицентров (проекций на земную поверхность) объектов, создающих аномалии, рассчитываются глубины их залегания и форма, размеры, избыточные плотности.

Завершающим этапом интерпретации гравиметрических данных является составление плотностных геологических разрезов, структурно-тектонических или геолого-геофизических схем строения территорий, а при решении поисковых и разведочных задач – составление прогнозных карт. Достоверность построений подтверждается не столько совпадением исходного поля с гравитационным полем созданной плотностной модели, вычисленным в результате решения прямой задачи, сколько сопоставлением с данными бурения и данными других геофизических методов.

К более подробному анализу алгоритма интерпретации мы ещё вернемся при обсуждении вопросов комплексирования геофизических методов (Глава V). Пока стоит подчеркнуть два весьма важных обстоятельства:

**(!) Исходными данными для интерпретации являются не только аномалии гравитационного поля, но вся имеющаяся на момент исследования априорная геологическая информация.**

**(!) Интерпретация представляет собой итерационный процесс, когда плотностная модель, созданная на заключительном этапе, позволяет дополнить «банк» априорных данных и с учетом новой информации повторить весь цикл.**

I.7.2 Общие положения геологического истолкования гравитационных аномалий.

Геологическое истолкование гравитационных аномалий опирается на результаты качественной и количественной интерпретации. Оно должно проводиться геологами и геофизиками совместно на основе учета всех геологических, и, в частности, плотностных, свойств пород района. Приступая к геологической интерпретации аномалий поля силы тяжести, необходимо учитывать следующие основополагающие положения:

* В силу принципа суперпозиции полей, эффекты, обусловленные различными геологическими факторами, суммируются. В итоге, измеренные аномалии силы тяжести определяются как глубинным строением земной коры и ее разной мощностью, рельефом поверхности кристаллического фундамента и его петрографическим составом, так и неоднородностью строения толщи осадочных пород, наличием в ней тех или иных структур, месторождений полезных ископаемых.
* Основной прием геологического истолкования данных гравиразведки заключается в сопоставлении геологических и гравиметрических данных. Между гравиметрическими аномалиями и известными геологическими объектами может наблюдаться непосредственная (прямая) корреляционная связь, свидетельствующая о тождественности геологических структур и источников гравитационного поля, либо косвенная, опосредованная связь особенностей поля с элементами геологического строения.
* Эффективность использования гравиразведки тем выше, чем сильнее геологический разрез отличается от горизонтальнослоистого, чем больше контраст плотностей пород, его слагающих.
* Для интерпретации и геологического истолкования гравитационных аномалий требуется детальное изучение плотностей пород всего геологического разреза, закономерностей их пространственного изменения.
* Если неизвестны плотность и форма тел, то решение обратной задачи гравиразведки неоднозначно и количественная интерпретация дает несколько ответов, геологическое толкование которых тоже может быть различным.
* Аппроксимация (замена) реальных геологических объектов геометрическими моделями условна, так как геологические объекты идеальной геометрической формы встречаются редко. Однако даже оценка глубин в рамках упрощенных моделей часто играет в результативных геологических построениях очень важную роль.

**(!)** **Достоверность и точность интерпретации аномалий поля силы тяжести (и его производных) зависит от полноты и достоверности априорной информации: геологических и петрофизических данных, данных бурения и данных других геофизических методов.**

I.7.3. Геологические задачи, решаемые гравиразведкой

Гравиразведка применяется для решения широкого круга задач, связанных с исследованием глубинного строения Земли, верхней мантии и земной коры, с региональным тектоническим районированием суши и океанов, поисково-разведочными работами на многие полезные ископаемые, изучением геологической среды.

**Использование общих гравиметрических съемок**

Общими мелкомасштабными съемками с гравиметрами и маятниковыми приборами покрыта с той или иной детальностью вся территория суши и океанов Земли. Наибольший геологический интерес результаты общих гравиметрических съемок представляют с точки зрения изучения земной коры, и в частности, определения ее мощности, строения континетов, регионального тектонического районирования.

В первом приближении Землю можно подразделить на три геосферы с четко отличающимися физическими свойствами: земную кору, мантию и ядро. Совместная интерпретация данных глубинной сейсморазведки и аномалий поля силы тяжести позволила создать плотностную модель Земли. В результате гравиметрических исследований обширных территорий континентов и океанов устанавлена экспериментальная зависимость между мощностью земной коры (**H**) и интенсивностью аномалий силы тяжести **∆g** в редукции Буге, показанная на рис. 1.10.

|  |
| --- |
| fig1-11 |
| Рис. 1.11 Зависимость аномалий силы тяжести в редукции Буге от мощности земной корыI – переходный, II - платформенный и III - океанический тип земной коры  |

Согласно этой зависимости, горно-складчатые сооружения отмечаются интенсивными отрицательными аномалиями, платформы – небольшими аномалиями разного знака, а океаны – положительными аномалии, причем интенсивность этих аномалий тем большие, чем меньше мощность земной коры. Объясняется это тем, что подошва земной коры (поверхность Мохоровичича) разделяет породы существенно разной плотности – 2,7 г/см3 сверху и 3,2 г/см3 снизу, поэтому приведенная кривая в первом приближении отражает положение границы Мохоровичича.

**Гравиразведка при региональном тектоническом районировании**

Гравиразведка в комплексе с другими геофизическими методами широко используется при региональном тектоническом районировании суши и акваторий. Она дает информацию о главных структурных этажах и общем тектоническом строении крупных регионов.

Границы крупных блоков земной коры с существенно различным геологическим строением, а, следовательно, с разной средней плотностью слагающих их пород, как правило, в поле силы тяжести отмечаются протяженными линейными зонами градиента - аномалиями типа «гравитационной ступени». Такие аномалии фиксируют крупные вертикальные и субвертикальные разрывные нарушения. Отрицательными гравитационными аномалиями обычно картируются осадочные бассейны, обширные карстовые поля, массивы гранитоидов среди пород большей плотности. Положительным аномалиям соответствуют поднятия фундамента в складчатых областях, интрузивы и мощные толщи магматитов основного состава. Выраженность в гравитационном поле складчатых структур зависит в большей степени от плотностных параметров слагающих их пород, чем от характера структуры.

**Применение гравиразведки для поисков и разведки полезных ископаемых**

***При разведке нефтяных структур*** объектами являются соляные купола, антиклинальные складки, рифтовые массивы, куполовидные платформенные структуры.

Соляные куполанаиболее благоприятны для интерпретации благодаря низкой плотности и резким крутым склонам. Например, подобные структуры, находящиеся в Урало-Эмбенском районе, Днепрово-Донецкой впадине и других районах, выделяются четкими изометрическими интенсивными отрицательными аномалиями, по которым может быть определено не только местоположение и форма, но и глубина залегания источников.

Антиклинальные складки выделяются вытянутыми изолиниями аномалий ΔgБ чаще положительного, реже отрицательного знака в зависимости от плотности пород, залегающих в ядре складок. Интерпретация результатов в основном качественная, но в благоприятной геолого-геофизической обстановке (например, значительный перепад плотностей по разрезу, развитие на бортах складки разломов, хотя бы мелких) возможен расчет геометрических характеристик структуры – количественная.

Рифовые массивы. Разведка месторождений нефти и газа связанных с рифами методом гравиразведки является задачей нелегкой. При изучении рифовых известняков среди осадочных терригенных пород используется анализ как региональных, так и локальных аномалий. Известнякам соответствуют, как правило, гравитационные максимумы.

Куполовидные платформенные поднятия, к которым нередко приурочены месторождения нефти и газа, отличаются малой амплитудой и большой глубиной залегания. За счет разуплотнения пород над поднятиями они выделяются слабыми отрицательными аномалиями, однако применение высокоточных съемок позволяет вести разведку и этих структур.

Более того, режимные высокоточные гравиметровые съемки применяются для изучения режима эксплуатации нефтяных и газовых месторождений и для мониторинга подземных газохранилищ.

***В связи с разведкой угольных месторождений*** гравиметрия применяется как для определения границ угольного бассейна, так и для непосредственных поисков отдельных месторождений и пластов угля, который отличается значительной отрицательной эффективной плотностью.

***В ходе средне- и крупномасштабного геологического картирования*** с помощью гравиразведки изучают структуру стратифицированных и интрузивных образований, морфологию разломов, а также выделяют структуры, благоприятные для размещения тех или иных полезных ископаемых.

***Для разведки рудных и нерудных ископаемых*** – непосредственных поисков и разведки месторождений. Существенное отличие рудной гравиразведки от нефтяной состоит, во-первых, в её меньшей глубинности, а во-вторых, в большей детальности и точности. Классическим примером применения гравиметрии являются поиски и разведка железорудных месторождений (КМА, Кривой Рог), где она позволяет не только изучать отдельные структуры бассейна, но и картировать железорудные толщи, выявлять зоны богатых руд, создающие интенсивные положительные аномалии за счет высокой плотности железистых кварцитов.

Хромитовые, полиметаллические и другие залежи рудных и нерудных ископаемых практически всегда отличаются от вмещающих пород по плотности и тоже являются объектами гравиразведки.

**Роль гравиразведки в изучении геологической среды**

Крупномасштабные гравиметрические карты вместе с картами дешифрирования аэрокосмических снимков являются основой для проектирования и обработки результатов любых геофизических методов, применяемых для инженерно-геологических, мерзлотно-гляциологических, гидрогеологических и экологических исследований.

При этом главное, что дает гравиразведка:

* выявление тектонических нарушений,
* расчленение рыхлых и скальных пород,
* определение зон трещиноватости и закарстованности,
* нахождение погребенных объектов и т.п.