

Основы геофизических методов

1.1. Введение

- **Что такое геофизика?**

Геофизика изучает физическую природу, морфологию, временную изменчивость гравитационного, магнитного, электромагнитного, геотермического, полей радиоактивности и упругие волны Земли.

Разведочная геофизика - это комплекс геофизических методов, применяемых для целей геологической разведки. Методы разведочной геофизики основаны на изучении закономерностей проявления плотностных, магнитных, электрических, упругих, теплофизических, радиоактивных неоднородностей земной коры, соответственно, в :

1. в гравитационном поле (природном)
2. в магнитном поле (природном)
3. в полях упругих волн (искусственных и природных)
4. в электромагнитных (электрических) (искусственных и природных)
5. в полях ядерных излучений (искусственных и природных)
6. в тепловых полях (природных)

- **Шесть главных методов:**

- **гравиразведка и магниторазведка** – пассивные методы,
- **сейсморазведка** (в отличие от сейсмологии) – активный метод,
- **электроразведка, радиометрия, геотермия** – смешанные методы.

По месту и условиям проведения работ:

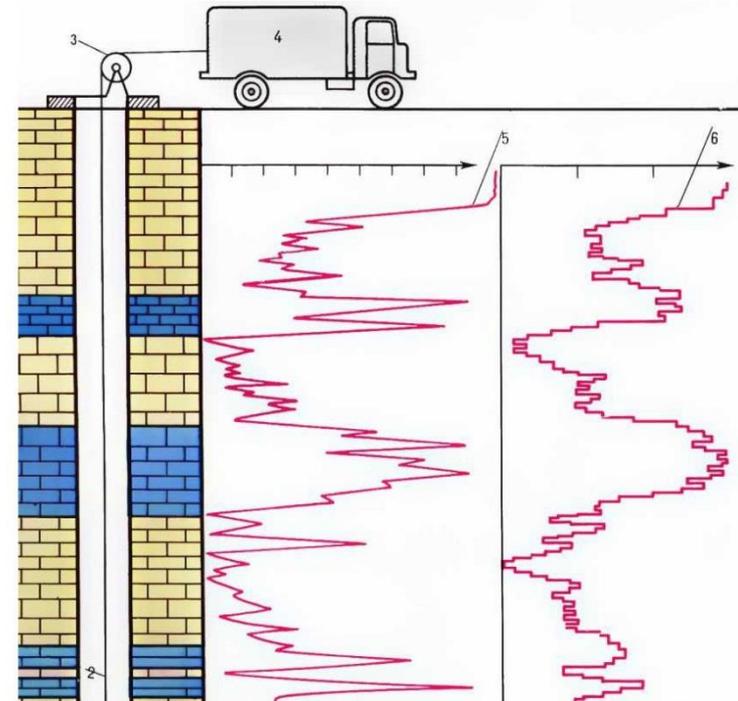
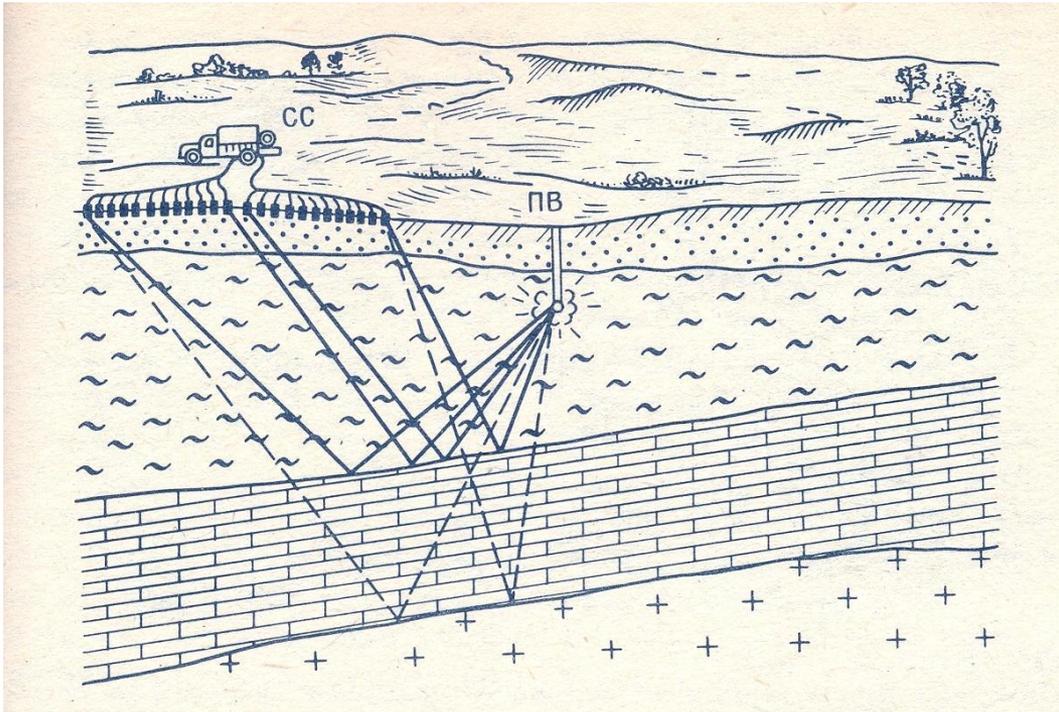
- воздушная и космическая геофизика,
- наземная геофизика,
- морская геофизика,
- подземные (в горных выработках); в том числе скважинная геофизика - «каротаж».

Объекты геофизических исследований

- На начальных стадиях развития методов РГ их основным назначением считалось удешевление (в т.ч. за счет сокращения расходов на бурение) и ускорение поисков и разведки месторождений.
- По мере исчерпания фондов МПИ, расположенных вблизи от дневной поверхности, геофизика ориентируется на решение задач геологического картирования и прогнозно-минерагенических исследований, позволяющих вести поиски МПИ на больших глубинах.
- В зависимости от объектов исследований выделяются:
 1. **Региональные геофизические исследования** - изучение глубинного строения земной коры (изучение закономерностей образования и размещения МПИ и выбор направлений поисковых работ).
 2. **Поиски месторождений нефти и газа:** определяющая роль – *сейсморазведка, геофизические исследования скважин* - основные источники информации о геологическом разрезе и нефтегазоносности горных пород (радикально сокращается количество непродуктивных скважин).
 3. **Рудная геофизика** - геологическое картирование и изучение условий локализации МПИ. По данным *гравиразведки, магниторазведки, электроразведки и радиометрии* изучаются особенности локализации рудных районов, признаки локализации МПИ и рудопроявлений.
 4. **Инженерно-геологическая и гидрогеологическая геофизика**
 - **гидрогеологическая геофизика** – поиски и разведка подземных вод, решение задач выявления карьерных и шахтных вод.
 - **инженерная геофизика** - выбор мест для строительства гидроузлов, трасс нефте- и газопроводов, железных и автомобильных дорог, тоннелей, а также объектов повышенной опасности (АЭС, газохранилищ и др.). Доминирующая роль – *электроразведочные* методы.
 5. **Экологическая геофизика** – выявление и картирование загрязнений, изучение свалок промышленного и бытового мусора, контроль за состоянием трубопроводов, контроль природных и техногенных процессов, мониторинг напряженного состояния горных пород и прогноз землетрясений.

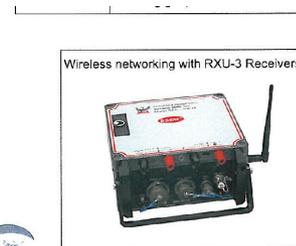
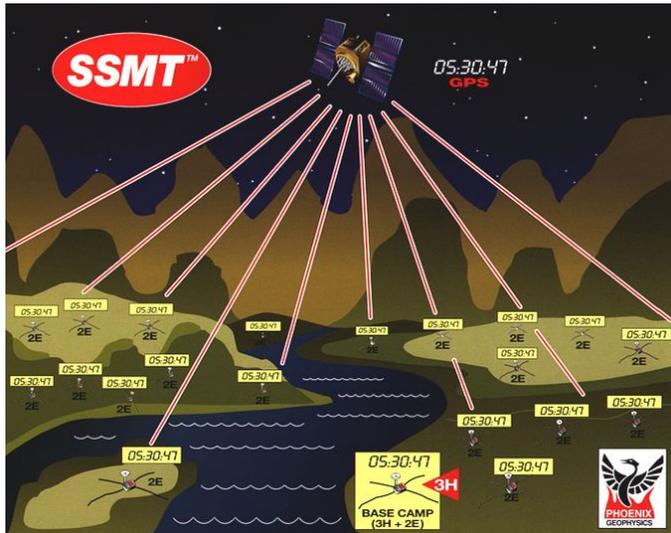
Производство измерений

- **Приборная база.** Современная геофизическая аппаратура и оборудование представляют собой сложные измерительные системы, включающие:
 - источники,
 - сенсорные устройства (блоки детектирования),
 - кабели или системы дистанционной передачи информации,
 - блоки усиления, регистрации и питания,
 - вспомогательные устройства, обеспечивающие цикл исследований от выполнения полевых измерений до обработки и даже первичной интерпретации.



Регистрация измерений

- *Регистрация измерений* на приборах старшего поколения осуществлялась визуально; запись проводилась вручную – в специальных журналах наблюдений.
- Современные геофизические приборы выполняют цифровую регистрацию измеряемого параметра в автоматическом режиме в виде последовательности цифровых кодов. Современные приборы все в большей мере комплектуются спутниковыми навигационными системами ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США), реализующими возможности высокоточного и оперативного определения координат точки наблюдений. Геофизические приборы становятся все более компактным, универсальным и интегрируются компьютерными модулями.



Условия применения методов разведочной геофизики.

• Геофизические съемки производятся:

- *Спутниковая геофизика (дистанционные аэрокосмические методы)* обеспечивает комплекс исследований физических полей Земли при помощи приборов, находящихся на космических носителях.

- *Аэрогеофизические съемки* основаны на измерении геофизических полей приборами, установленными на летательном аппарате (самолете, вертолете).

- *Подземная геофизика* - применяется для получения надежных и представительных сведений о физических свойствах горных пород и руд в условиях естественного залегания. Выделяются:

- *скважинная геофизика,*

- *шахтная геофизика,*

- *исследования «скважина-поверхность», «горная выработка-поверхность»*

- *Морская геофизическая разведка* - применяется при поисках и изучении МПИ континентального шельфа, материкового склона и ложа Мирового океана. Используются специальные аппаратура и методы.

Методика геофизических исследований

1. Получение данных и введение поправок
2. Обработка данных

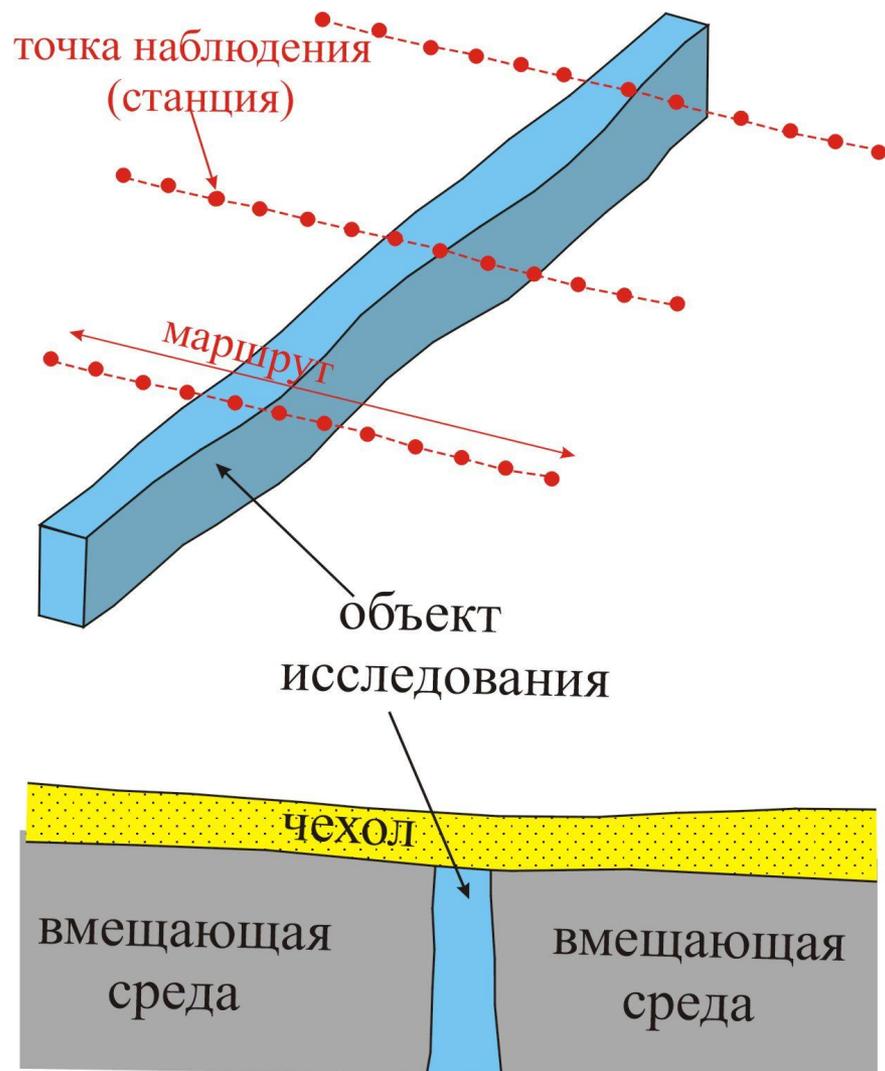
Получение данных и введение поправок

- 1. Первая стадия** геофизических работ – проведение измерений в поле.
- 2. Вторая стадия** геофизических работ – первичная обработка данных полевых съемок.

Эти виды работ (получение данных и преобразование к унифицированной форме) всегда проводятся до передачи материалов геологам и являются общими для всех геофизических методов.

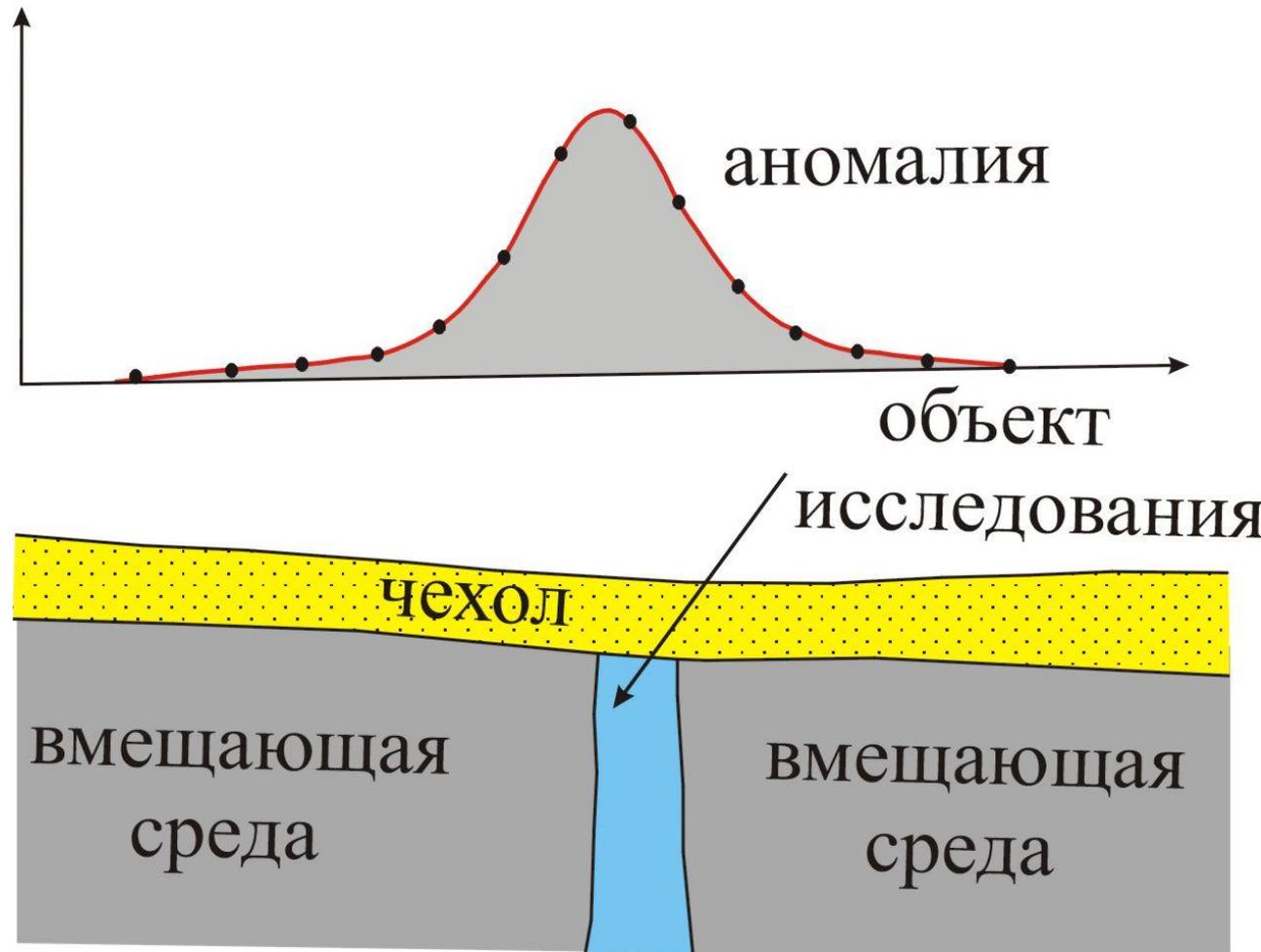
- Большинство геофизических измерений проводится на дневной поверхности (или с использованием летательных аппаратов – в воздушной среде). Чаще всего инструментальные съемки выполняются вдоль линий – **маршрутов**.
- Обычно измерения выполняются через определенный интервал (чаще- постоянный). Измерения выполняются на **точках наблюдений** или **станциях**.
- Если объект исследования имеет вытянутую форму (жила, разлом) - профили задаются вкрест простирания. Серия профилей часто задается таким образом, чтобы установить характер замыкания тела.
- Если объект изометричен – маршруты м.б. проведены параллельно с регулярным расположением на площади исследований точек съемки (для того, чтобы сеть наблюдений обеспечила оконтуривание объекта исследований).

1.1. Производство измерений



Профиль

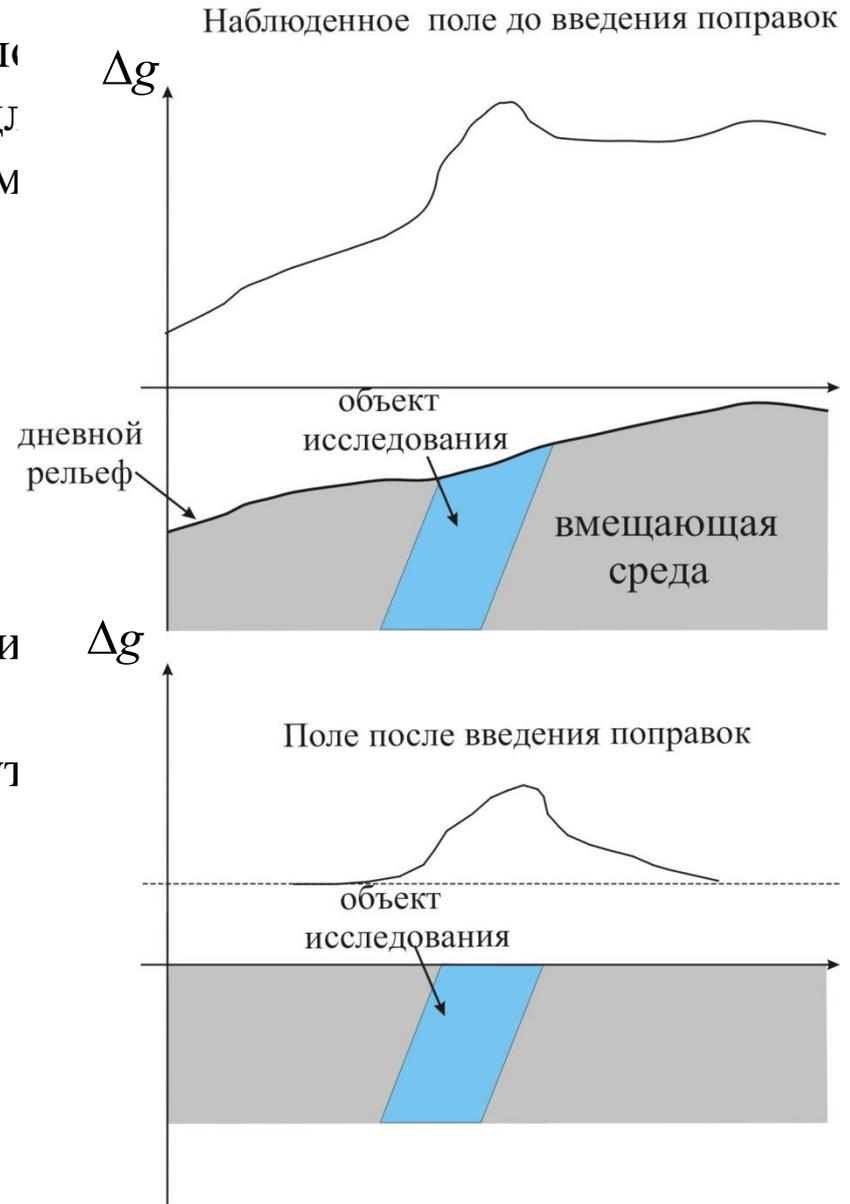
- Когда измерения увязаны (после расчетов) формируется **профиль**.



1.2. Введение поправок

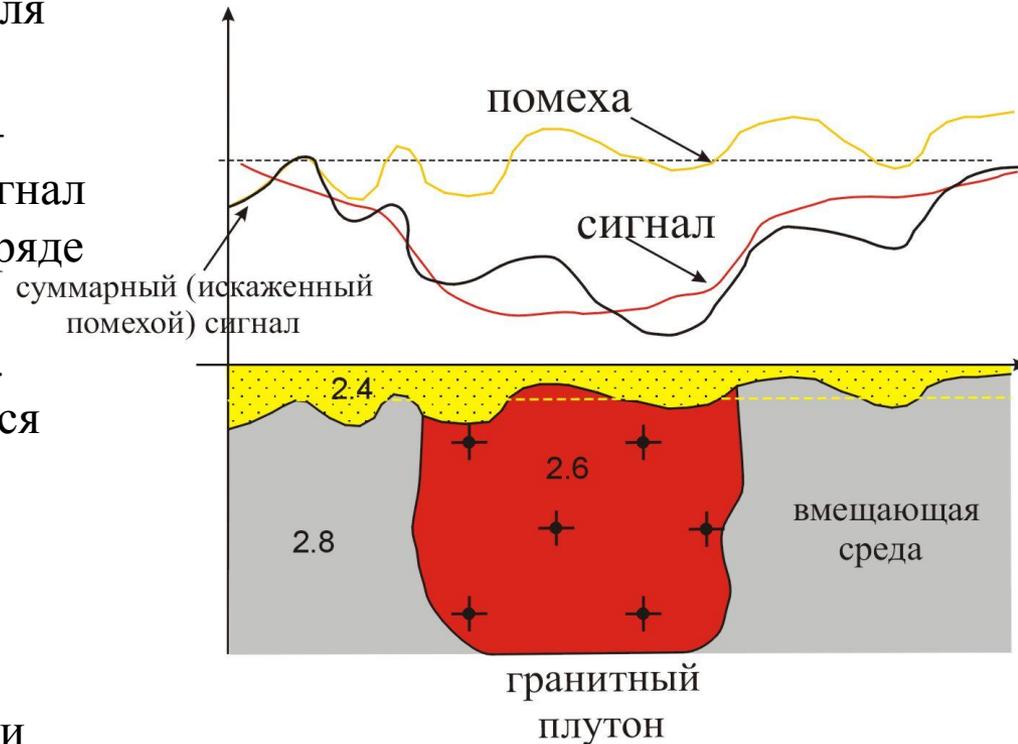
(потенциальные поля)

- Часто данные геофизических съемок геологов не может использовать напрямую для решения конкретных задач – необходимо введение поправок.
- Пример. Выделение положительной гравитационной аномалии, отвечающей дайке. Необходимо введение поправок за высоту над уровнем моря и за влияние рельефа дневной поверхности.
- В магнитном поле – поправки за вариации АМП во время съемки (аномалии, обусловленные магнитными бурями могут забить полезный сигнал).
- Цель введения поправок – выделение аномалий.
- Аномалия – часть физического поля, выделяемая вдоль профиля или на карте, отличающаяся от вмещающей среды



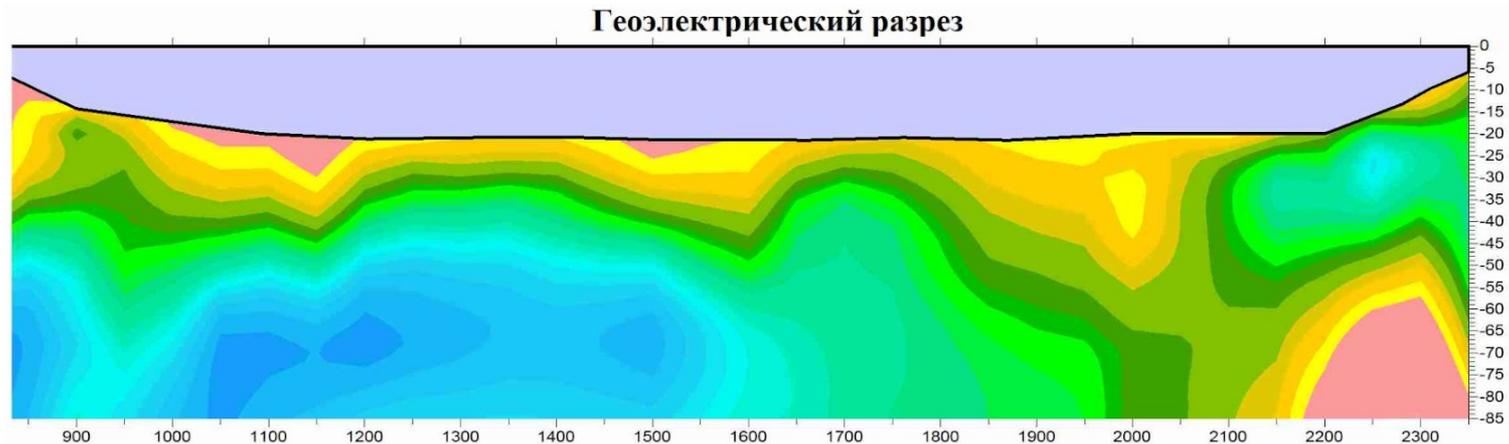
- Даже после введения поправок проявление сигнала от объекта может быть неочевидным за счет влияния помех.
- **Помеха** – нежелательные вариации измеряемого параметра.
- **Сигнал** – интересующая исследователя часть измеряемого параметра.
- Пример из сейсморазведки: помеха – движение транспорта или людей. Сигнал – отклик геологических структур. В ряде случаев (при наличии нерегулярной помехи) возможна повторная съемка. При сложении результатов улучшается качество выделения сигнала.
- Пример из гравirazведки:
 - сигнал – аномальный эффект гранитоидного плутона,
 - помеха – эффект вариации мощности чехла. У нас имеются возможности избавиться от этой поменхи.

1.3 Сигнал и помеха



1.4 Моделирование

- **Моделирование** - переход от наблюдаемого геофизического поля к физическим телам или структурам, имеющим такие параметры как глубина, морфология, физические характеристики (плотность, скорость и др.).
- **Модель всегда упрощение (генерализация) природного объекта!**

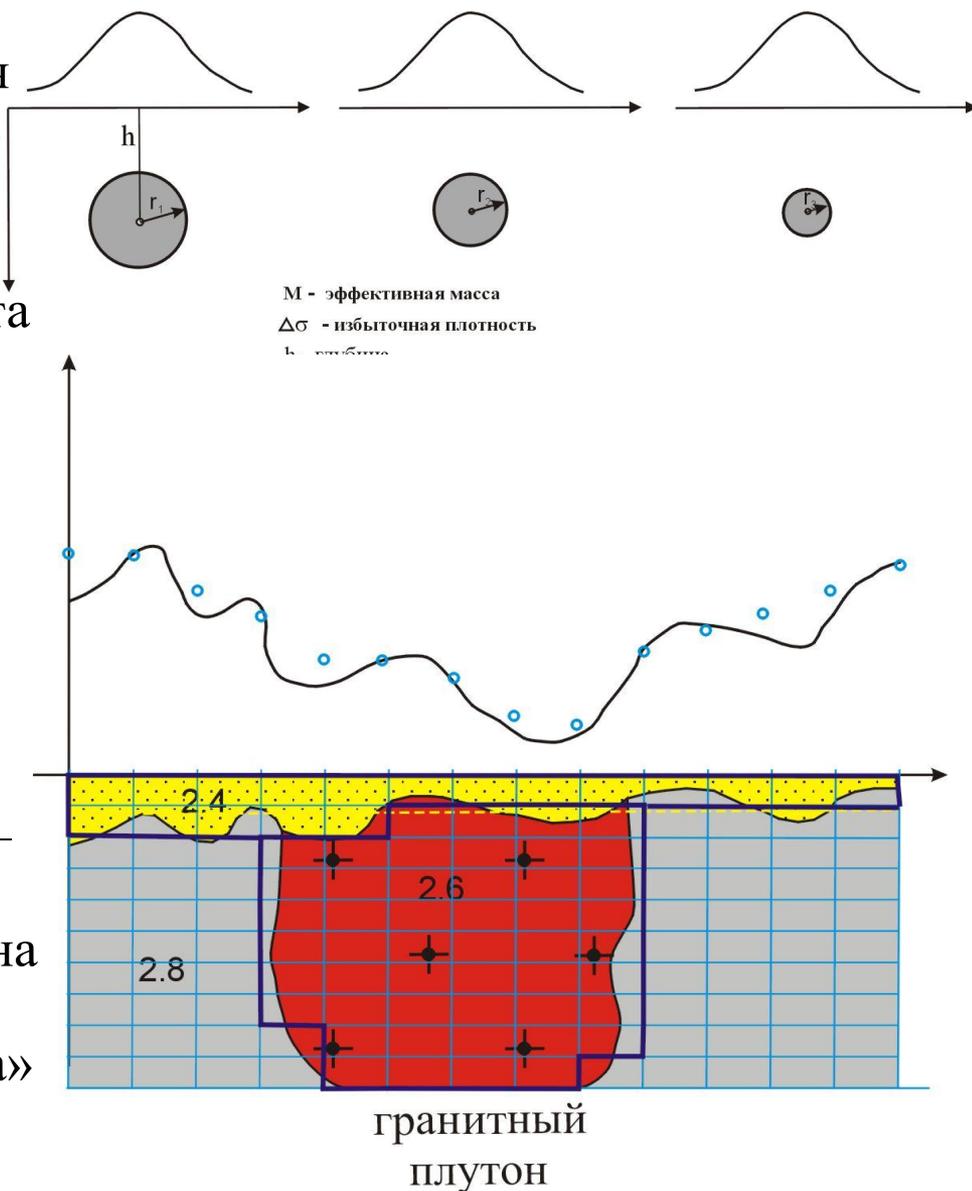


Прямая и обратная задачи моделирования

- **Обратная задача** – оценка параметров аномальных источников по форме и величине аномалии без привлечения априорной информации. Решается в общем случае неоднозначно.

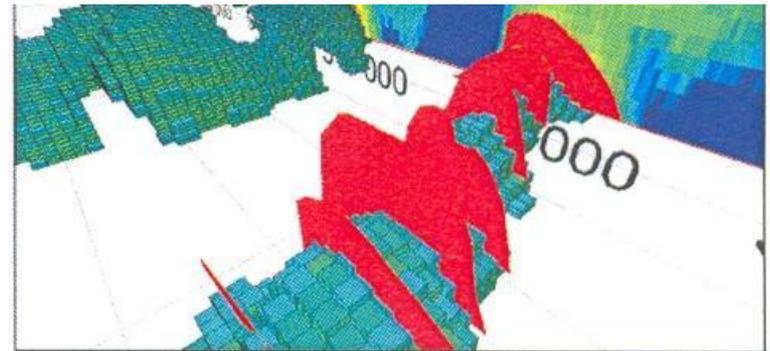
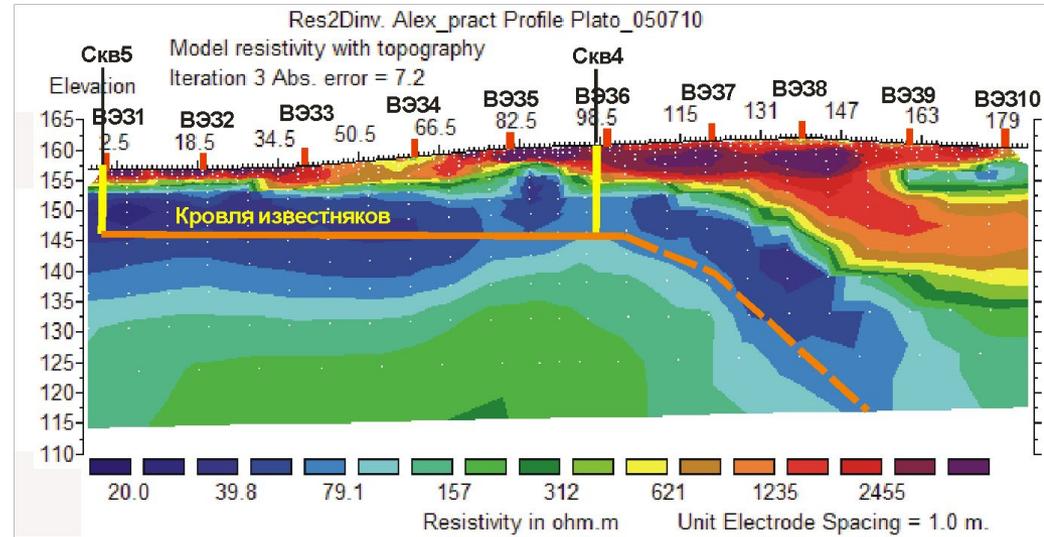
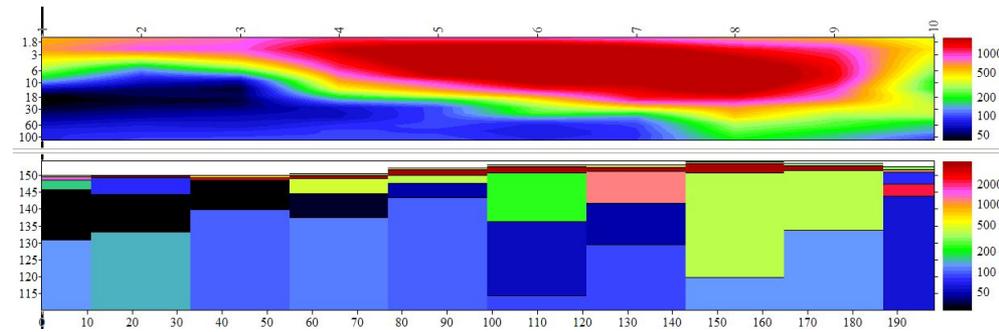
- **Прямая задача** – расчет теоретического аномального эффекта от объекта с заданными морфологией, размерами, физическими параметрами. Задача решается однозначно.

Можно с учетом априорной геологической информации задать параметры объектов, рассчитать их теоретический эффект и сравнить с наблюдаемым полем. Расхождение – уменьшается путем корректировки модели. Эта операция м.б. выполнена в автоматизированном режиме до достижения оптимального «подбора» – **аппроксимационные методы моделирования.**



Типы моделей

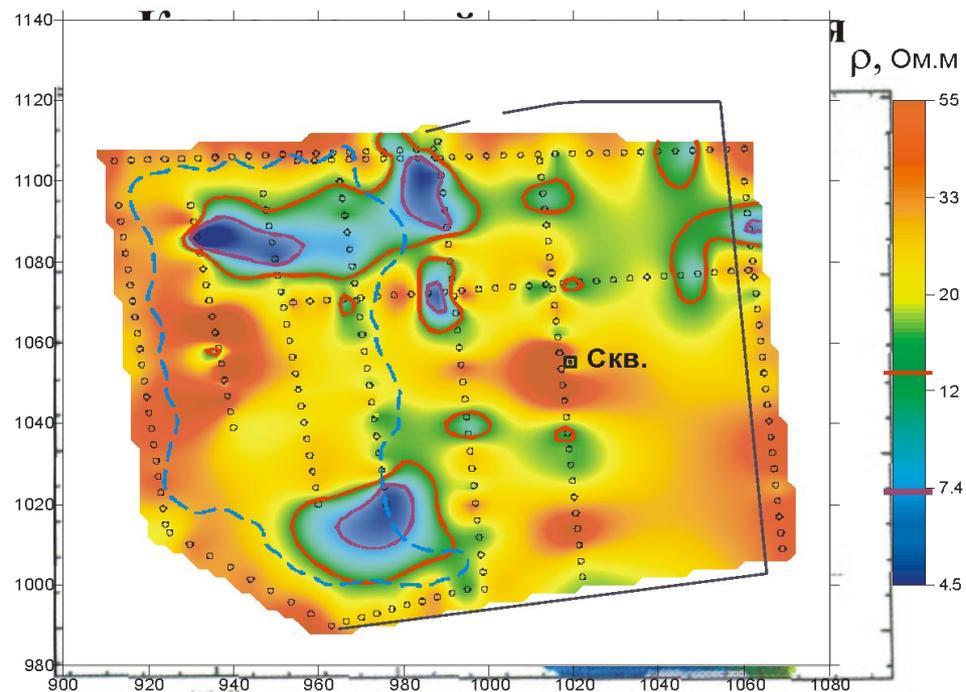
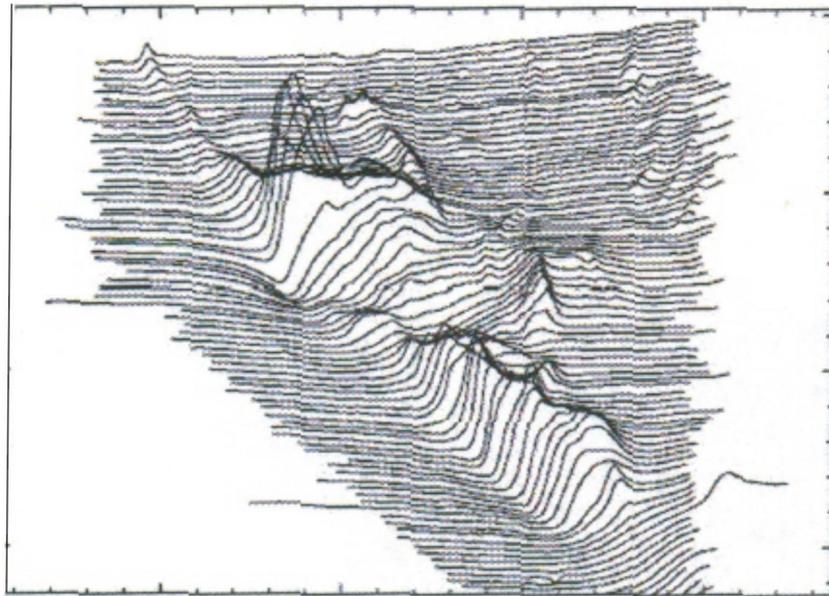
- 1D – колонки расчетных значений
- 2D двухмерные модели – обеспечивается построение разреза – тела бесконечны по оси «у»,
- 3D – трехмерная модель – геологическое пространство разбивается на систему элементарных ячеек и расчет ведется по всей площади исследований.



Example display of 3D Features in red, superimposed on the 3D voxel model derived from EM Flow CDI models

Карта графиков магнитного поля

Формы представления результатов съепок



Типы моделей

- Под «4-D» моделью понимается «3-D» модель, выполняемая в мониторинговом режиме.
- Применяется, в частности, в ходе эксплуатации месторождений нефти и газа.

