ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.

Французова В.И. Данилов К.Б.

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск.

### Актуальность

Территория Архангельской области в геологическом плане исследована неравномерно - дорогой и трудоемкий процесс проведения геологогеофизических исследований являются причиной наличия значительной площади не доисследованных участков. Очевидно, что в сложившейся ситуации необходимо внедрение новых методик, позволяющих снизить затратность геофизических исследований. При этом в новых методиках должна быть учтена необходимость минимального вмешательства в экологическую систему региона, поскольку обширные территории Архангельской области заняты природными заказниками и заповедниками.

# Метод микросейсмического зондирования

Микросейсмические колебания присутствуют повсеместно и при этом содержат геофизическую информацию. Из методов, анализирующих микросейсмы, следует выделить метод микросейсмического зондирования. Данный метод не позволяет получить прямые значения параметров земной коры, но позволяет с минимальными трудозатратами определить положение скоростных аномалий. При этом достигается достаточно высокая точность по горизонтали.

# Теоретические основы метода микросейсмического зондирования

1. Метод основан на свойстве волн Релея увеличивать свою интенсивность при прохождении низкоскоростных и уменьшать ее при прохождении высокоскоростных неоднородностей;

2. Глубина залегания неоднородности оценивается половиной длины волны Релея;

3. С целью устранения влияния временного тренда микросейсмического сигнала интенсивность микросейсм рассчитывается относительно опорной станции;

4. Для определения характерного спектра микросейсм производится накопление сигнала в течении 1-1.5 часов.

### Условная схема эксперимента



Пункты замеров станций: а- передвижной; б- опорной.



#### Разрез вдоль профиля



Поле микросейсм искажается над скоростной неоднородностью. Причем наиболее контрастное искажение наблюдается для длин волн, превышающих глубину залегания неоднородности в два раза.

### Трубка взрыва им. М.В. Ломоносова



Схема основных разрывных нарушений по данным отчета НПО «Рудгеофизика»



Геоэлектрический разрез (Стогний, Коротков, 2010)



Волновые эффекты, наблюдаемые в поле преломленных волн на профиле, пересекающем кимберлитовую трубку им. М.В. Ломоносова. Фо- корреляция преломленной волны от кристаллического фундамента. Р<sub>3</sub>, PSS – волны помехи [*Отчет ...*, 1989]. 1 – амплитудные спектры волн, Ф<sub>0</sub>, Р<sub>3</sub>, PSS; 2 – значения энергии, рассчитанные в окне 0.15 с для волны Ф<sub>0</sub>.

### Методика полевых работ



а — первый профиль, б — второй профиль Карта местности с контуром трубки им. М.В. Ломоносова и пунктами замеров микросейсм

Длительность регистрации микросейсм в каждом пункте 90 минут.

Шаг между пунктами замеров 50 м.

Длина первого профиля 2700 м, второго – 2375 м.

### Результаты микросейсмического зондирования (Данилов 2011, 6; Данилов 2011, в)



*а* – первый профиль, *б* – второй профиль;

Глубинные разрезы относительной интенсивности микросейсмического поля вдоль профилей, пересекающих трубку взрыва им. М.В. Ломоносова, с номерами выделенных низкоскоростных неоднородностей и контуром трубки [Отчет..., 1987]

Область, соответствующая трубке взрыва, характеризуется : 1) конусовидным строением с вершиной, обращенной вниз; 2) промежуточной интенсификацией микросейсм.

# Сопоставление результатов микросейсмического зондирования с физико-геологической моделью трубки взрыва



Глубинные разрезы относительной интенсивности микросейсмического поля вдоль профилей, пересекающих трубку взрыва им. М.В. Ломоносова, с наложением физикогеологической модели трубки взрыва [Губайдуллин, 2001]: а – первый профиль, б – второй профиль, Vpd, Vmz, Vup – соответственно падунская, мезенская, усть-пинежская свиты.

Результаты сопоставления показывают, что по данным ММЗ проявились все три блока трубки взрыва.

# Наложение границ, выделенных по данным геоэлектрических исследований



Глубинные разрезы относительной интенсивности микросейсмического поля вдоль профилей, пересекающих трубку взрыва им. М.В. Ломоносова глубиной до 400 м, с наложением границ, выделенных по данным электроразведки [Стогний,Коротков, 2010]: а – первый профиль, б – второй профиль.

На диаграммах наблюдается совпадение зоны повышенной проводимости внутри трубки с зоной повышенных значений интенсивности микросейсм в западной части трубки. Вертикальные низкоскоростные зоны на расстояниях 0-800 м вдоль профиля, вероятно, являются тектоническими нарушениями, выполняющими роль подводящих каналов для зоны разгрузки минерализованных вод.

### Трубка С10



Фрагмент тектонической карты в районе расположения Ненокского поля (*Тектоническая карта …,* 2010)

1 – трубка взрыва С10 в пределах контролирующего Верховского разлома, 2 – другие трубки взрыва, 3 – разломы, ограничивающие крупные структуры земной коры, 4 – разломы, активные на неотектоническом этапе, 5 – прочие разломы, 6 – изогипсы поверхности кристаллического фундамента, 7 – изолинии фундамента



Карта аномалий магнитного ПОЛЯ (Карта ... 2008) с нанесенными пунктами профилей, пересекающих трубку взрыва С10

### Результаты обследования трубки взрыва С10 и ложной

#### геофизической аномалии



Геофизические разрезы вдоль профилей, пересекающих трубку взрыва С10 и ложной геофизической аномалии: а , б - профили трубки С10, в- профиль ложной геофизической аномалии.

По данным ММЗ были выделены тела, согласующиеся с магнитными аномалиями исследуемых тел. При этом трубке взрыва соответствует тело на глубинах от 50 м до более чем 1500 м. Ложная аномалия, по видимому, была обусловлена приповерхностным (до 200 м) контрастным низкоскоростным телом.

#### Мыс Нагурского о. Алек-сандры архипелаг Земля Франца-Иосифа



Карта о.Александры архипелага Земля-Франца-Иосифа с <u>пунктами</u> замеров

а - архипелага Земля-Франца-Иосифа; б – профили с
пунктами замеров микросейсм, 1 - мыс Нагурского о.
Александры, где проводились экспедиционные работы 2011 2012 гг.; 2,3 –соответственно номера профилей 2011 и 2012 гг.

### участка.

Применение ММЗ даже на сравнительно коротких профилях позволило получить, согласующееся с геологогеофизическими данными, достаточно четкое представление о строении осадочного чехла данного



а— первый профиль; б— второй профиль; в— линия пересечения профилей № 1, 2

## Диаграмма распределения относительной интенсивности микросейсм вдоль профилей

- Заключение по результатам исследования геологических объектов
- По результатам исследования определены основные параметры трубок взрыва:
- отличие скоростных свойств пород трубки взрыва от вмещающих пород;
- изменение структуры строения среды;
- геометрические признаки трубок взрыва, выраженные формой выделяемого объекта.
- Сопоставление результатов микросейсмического зондирования трубки взрыва с геофизическими данными, показывают, что распределения относительной интенсивности микросейсмического поля вдоль профилей, пересекающих трубки взрыва, отражают близкие к реальным,
- структуры трубки взрыва и вмещающей среды.
- Полученные результаты свидетельствуют о возможностях метода микросейсмического зондирования получать информацию о трубках взрыва и вмещающей среды с большими, относительно других
- применяемых геофизических методов, чувствительностью и
- разрешением по горизонтали.
- Метод позволяет получить дополнительную информацию о картировании подводящих каналов к трубке взрыва и зон разгрузки минерализованных вод.

### Выводы

По результатам применения метода микросейсмического зондирования выделяется структура земной коры, согласующаяся с имеющейся геологической информацией. Данный факт подтверждает возможность использования микросейсм как надежного источника информации о локальных геологических объектах на территории Севера Русской плиты.

### Спасибо за внимание!