

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ СЕЙСМОМЕТРИИ И ГРАВИМЕТРИИ ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Глазнев В.Н., Жирова А.М., Раевский А.Б.

Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, anzhelaz@geoksc.apatity.ru

Целью исследования является создание 3D- комплексной геофизической модели строения верхней коры центральной части Кольского полуострова, главным объектом которой является крупнейший в мире Хибинский щелочной массив, а также выяснение его взаимоотношений с прилегающими геологическими структурами.

Основной предпосылкой к комплексированию геофизических методов и комплексной интерпретации данных является недостаточность информации (Никитин, 1997) для строгого решения обратных задач геофизики в сложно-построенных неоднородных средах в рамках одного метода геофизики. Именно необходимость восполнения недостающей информации в одних геофизических методах за счет информации из других методов и приводит к идее комплексной интерпретации в современной постановке (Страхов, 2003). Построение комплексной модели земной коры основано на согласованной интерпретации наблюдаемых геофизических полей и максимально возможном учете априорной геологической информации о поверхностных образованиях региона. Основой для такой согласованной интерпретации служат корреляционные зависимости физических свойств среды от других. В данном исследовании используются взаимосвязи между скоростью распространения сейсмических волн в породах от плотности этих пород. А задача комплексирования для изучаемого региона реализуется в совместном согласованном решении обратной сейсмической и гравиметрической задач.

Исходные данные

В исследовании используются сейсмические и гравиметрические материалы, накопленные за весь период изучения региона. Исходными сейсмическими данными являются первые вступления слабо рефрагированных волн в количестве 1200 лучей по материалам региональных исследований ГСЗ (рис. 1) и детальных работ МОВ (рис. 2).

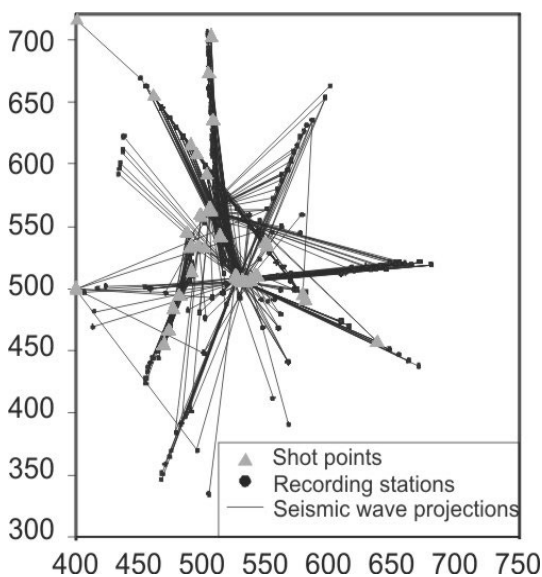


Рис.1. Проекция траекторий сейсмических лучей на дневную поверхность по данным ГСЗ.

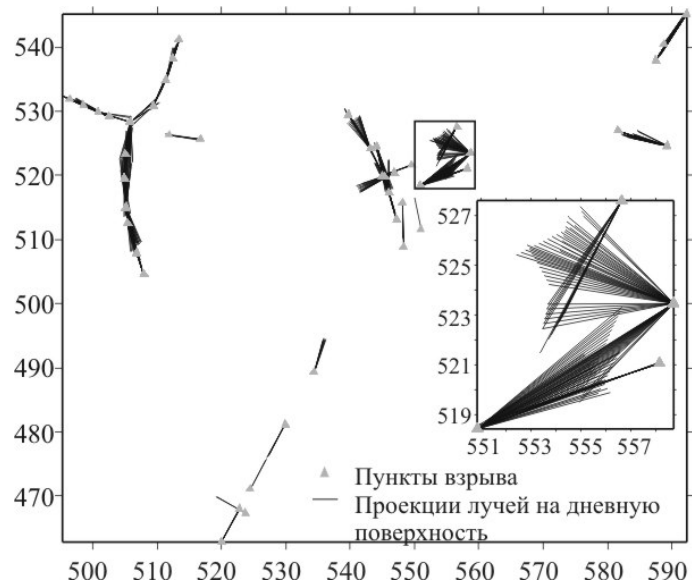


Рис.2. Проекция траекторий сейсмических лучей на дневную поверхность с вынесенным участком Умбозеро по данным МОВ 1970÷80-х годов.

В качестве входных гравитационных данных использована цифровая гравитационная карта региона с пространственным шагом 1 км (рис. 3). Кроме того, использованы начальная упрощенная геологическая модель верхней коры до глубины 15 км и петроплотностные данные, связанные с различными геологическими комплексами региона.

Корреляционная зависимость. В комплексной интерпретации построение модели среды должно опираться на некоторые правила отбора решений из множества их возможных вариантов. Одним из них является критериальный подход, заключающийся в выборе таких комплексных решений, которые отвечают принятому вероятностному закону связи между параметрами (физическими свойствами среды). Поэтому на первом этапе изучения проведены исследования взаимосвязей между петрофизическими свойствами типичных пород региона.

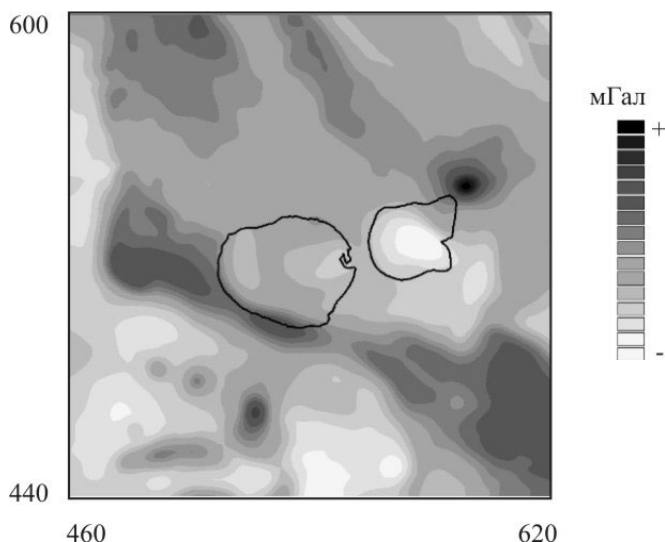


Рис. 3. Остаточная гравитационная аномалия после исключения регионального поля.

По результатам обобщения петрофизических данных для пород Хибинского плутона и пород прилегающих к нему получены взаимосвязи между плотностью и скоростью, которые представляют собой логарифмические тренды с высокими коэффициентами корреляции (рис. 4).

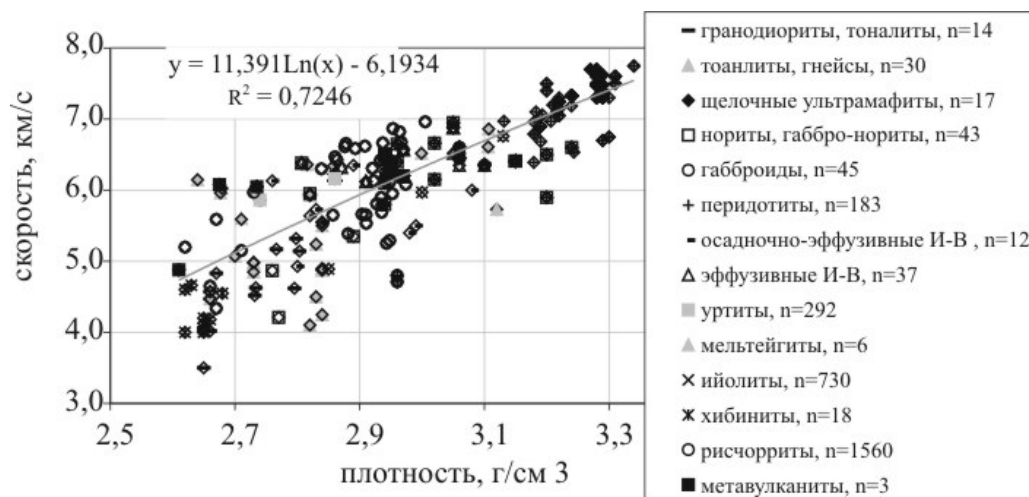


Рис. 4. Корреляционная зависимость скорости от плотности для пород изучаемого региона.

Учет РТ-условий. Изменение физических свойств пород с глубиной происходит не только в связи с изменением литологии, вещественного состава этих пород. На физические свойства также влияют и изменения РТ – условий.

Учет этого влияния важен на различных стадиях построения моделей: на стадии выявления связей между физическими свойствами пород для корректного выполнения процедуры перехода от плотности к скорости и обратно; на заключительной стадии – стадии геологической «расшифровки» моделей, полученных в параметрах физических свойств пород.

Для оценки значимости изобарических и изотермических поправок к плотностям и скоростям пород данного региона и для изучаемых глубин, на следующем этапе проведены предварительные расчеты на основе аппроксимационных формул, полученных В.Н. Глазневим (Глазнев, 2003) для северо-востока Балтийского щита. Результаты расчетов с использованием нормальных плотностей и скоростей пород изучаемого региона показали, что обе поправки являются значимыми (рис. 5 и 6).

Построение объемных моделей. Построение трехмерной геофизической модели земной коры региона выполнено с использованием разработанных оригинальных программ инверсии потенциальных полей (Глазнев, 2002) и коммерческого пакета программ FIRSTOMO (Дитмар, 1993) для решения объемных сейсмографических задач.

Общая процедура обращения представляет последовательность итерационных процедур для гравитационных данных и времен пробега. Расчет объемной сейсмической задачи осуществляется при следую-

щем граничном условии - априорном ограничении на распределение упругих характеристик в верхней части модели. Расчет плотностной модели среды выполнен с учетом весовой функции перераспределения невязок гравитационного поля, построенной на основе заданного начального приближения геологической среды. Такой подход гарантирует нахождение решения минимально уклоняющегося от начального приближения модели (исходной геологической модели и текущего приближения сейсмотомографической модели).

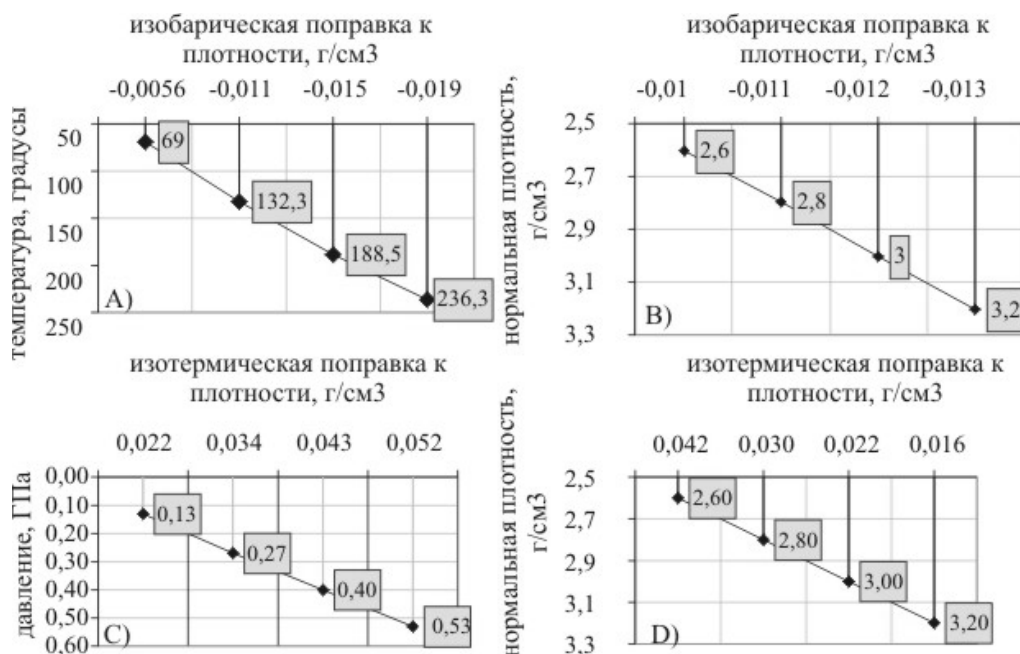


Рис. 5. Зависимость изобарической поправки к плотности от: А) температуры, В) нормальной плотности. А также зависимость изотермической поправки к плотности от: С) давления, D) нормальной плотности.

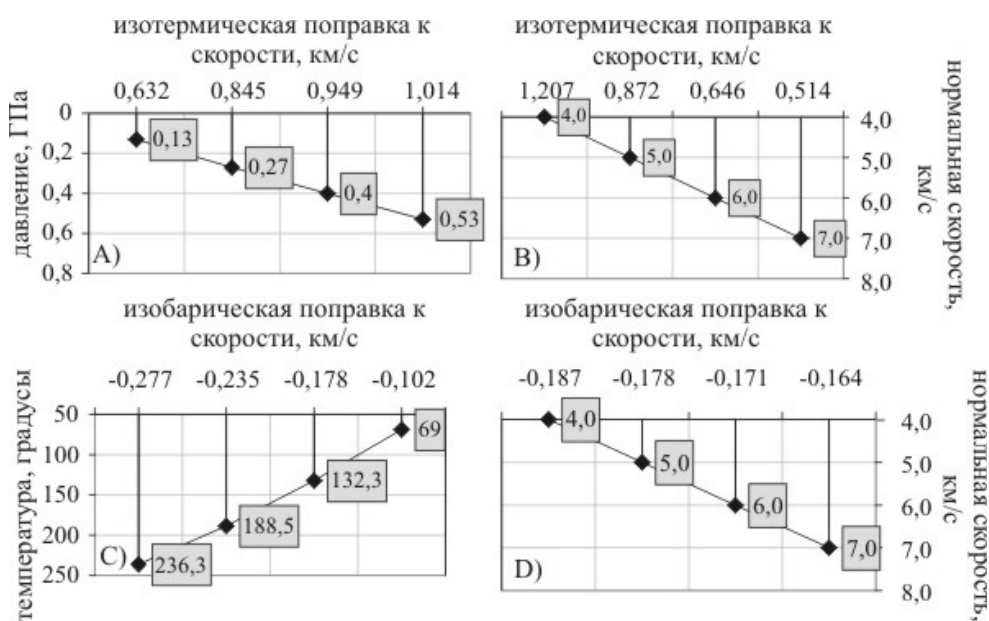


Рис. 6. Зависимость изотермической поправки к скорости от: А) давления, В) нормальной скорости. А также зависимость изобарической поправки к скорости от: С) температуры, D) нормальной скорости.

На основе предварительно установленных аналитических связей между физическими свойствами пород данного региона, осуществляется переход как от скорости к плотности, так и обратная процедура расчета, что является необходимым элементом комплексной геофизической интерпретации данных сейсмометрии и гравиметрии. Трансформация физических свойств пород производится с учетом термодинамических условий региона. В результате исследования впервые получена объемная комплексная геофизическая модель земной коры центральной части Кольского полуострова. На рис. 7 представлены скоростные модели строения коры на некоторых выборочно взятых уровнях, которые демонстрируют основные черты реального поведения геологических неоднородностей на глубине. Аналогично, рис. 8 демонстрирует трехмерную плотностную модель, представленную в изометрической проекции. В целом, полученные результаты по трехмерному комплексному геофизическому моделированию демонстрирует пространственное положение главных геологических единиц на различных уровнях глубины. Представленные материалы послужат основой для создания реалистичной геолого-геофизической модели строения верхней и средней коры нашего региона.

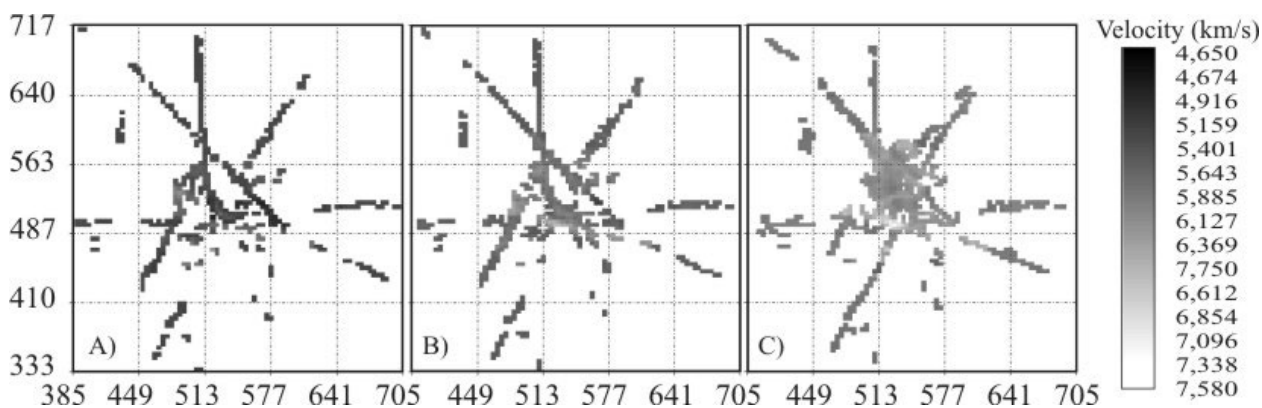


Рис. 7. Объемная сейсмотомографическая модель в виде горизонтальных срезов на уровнях: А-1 км, В-3 км, С- 6 км.

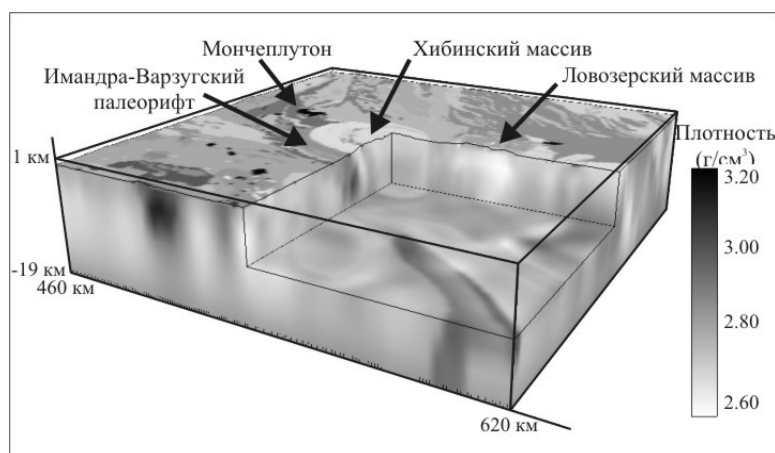


Рис. 8. Трехмерная плотностная модель строения верхней коры.

Исследования по данному направлению поддержаны в рамках Программы фундаментальных исследований РАН ОНЗ-6 «Геодинамика и механизмы деформации литосферы».

ЛИТЕРАТУРА

- Глазнев В.Н. Комплексные геофизические модели литосферы Фенноскандии. Апатиты. ЗАО «КаЭМ». – 2003. 252 с.
- Глазнев В.Н., Раевский А.Б., Балаганский В.В., Маннинен Т. Трехмерная модель верхней коры района Киттила-Соданкюля, Финская Лапландия (север Балтийского щита) // Сборник материалов, посвященный 40-летию юбилею кафедры геофизики ВГУ. - Воронеж, изд. ВГУ, 2002. С. 11-20.
- Дитмар П.Г., Рослов Ю.В. Нелинейная томографическая обработка сейсмических данных: Международная геофизическая конференция SEG-EАГО. Москва 93. Сборник рефератов, доклад S.7.8, с.55
- Никитин А.А. Комплексная интерпретация геофизических полей при изучении глубинного строения Земли // Геофизика. - 1997. 4. С. 3-12.
- Страхов В.Н. Основные направления развития теории и методологии интерпретации геофизических данных на рубеже XXI столетия // Геофизика. - 1995. 3. С. 9-18.