

При диагностике строительных конструкций тоннелей возникает необходимость решения следующих задач:

- определение геометрических характеристик (толщины тоннельной обделки);
- оценка физико-механических свойств (определение прочностных и деформационных характеристик, оценка влажности и трещиноватости);
- определение внутреннего строения (наличие дефектов, наличие конструктивных элементов);
- оценка влияния геостатических и геодинамических нагрузок (напр. вблизи метро, забивки свай).

Для решения данных задач можно привлекать различные геофизические методы. Каждый из них имеет свои особенности применения:

- ультразвуковые методы широко применяются при исследовании бетонных и ж/б конструкций. Они обладают высокой разрешающей способностью, позволяют оценивать деформационные и прочностные характеристики материалов. Однако имеют ограничения по глубине исследований (до 1.0-1.5 м) и ограниченные возможности по производительности работ при исследовании протяженных строительных конструкций.

- георадарные методы имеют несколько большую глубинность, возможность оперативно проводить исследование протяженных строительных конструкций, но обладают меньшей разрешающей способностью и отсутствием установленных связей между электрофизическими и упругими свойствами среды.

- акустические методы частично дополняют вышеупомянутые методы, но особый интерес вызывает возможность их применения к исследованию протяженных конструкций, доступ к которым частично ограничен.

Применение комплекса геофизических методов позволяет существенно повысить возможности инструментального обследования тоннелей и других подземных сооружений.

ОБРАБОТКА И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ МЕТОДОМ ОДНОРОДНЫХ ФУНКЦИЙ НА БЕЛОМ МОРЕ

Цыдыпова Лариса Ринчиновна

Геологический факультет МГУ, Москва, laraMGU@yandex.ru

Работы по изучению Беломорского региона проводятся уже более сорока лет. Множество вопросов глубинной тектоники и геодинамики региона,

имеющего сложное и изменчивое строение земной коры, остаются неразрешёнными.

В 2007 году были проведены сейсмические работы в Белом море методом глубинного сейсмического зондирования.

Годографы первых волн по профилям М2, М4, М5 в Белом море, обработаны и проинтерпретированы с использованием обрабатывающего пакета программ Годограф [1, 2]. Построены скоростные разрезы и разрезы с границами раздела, отличающиеся различной детальностью. А также горизонтальные скоростные карты – срезы на разных уровнях. Произведена геологическая интерпретация данных.

Пакет программ «ГОДОГРАФ» реализует метод однородных функций – обращения годографов преломленных волн. Метод однородных функций обобщает классические методы обращения на случай двухмерных скоростных зависимостей, он применим как для разрывных (сред содержащих границы первого рода), так и для непрерывных моделей сред. Программный пакет ГОДОГРАФ для обработки, интерпретации и построения сейсмических разрезов по данным преломленных волн производит локальную аппроксимацию разреза непрерывными монотонно возрастающими с увеличением полярного угла однородными функциями произвольной степени. Построение локального приближения скоростного поля является обобщением метода Герглотца-Вихерта-Чибисова на случай двухмерно-неоднородных сред. Теория наиболее подробно изложена в [2].

Никакие начальные модели при построении разрезов не используются. Разрезы по всем профилям вычислены независимо, поэтому сравнение скоростных кривых в точках пересечения профилей дает представление о точности определения скоростей.

Для построения разреза использованы годографы преломленных волн, полученные при наблюдениях ГСЗ с источниками, расположенными с шагом 0.25 км, принимающие станции располагались с интервалом 10 км. Длина годографов достигает и превосходит 100 км.

Для построения разреза использовалась интерполяция. Годографы были проинтерполированы с шагом 1 км в отношении расстояний между приемниками. Для обращения использованы все зарегистрированные годографы из всех станций приема. Для профиля М5 система наблюдений такова, что годографы из двух крайних станций не имеют встречных годографов, поэтому эти одиночные годографы были дополнены встречными годографами, идентичными наблюдаемым. При этом предполагается, что скорость на этом участке разреза не меняется по горизонтали. При геологической интерпретации данных вместе с профилями М2, М4, М5 в Белом море рассмотрен профиль 3-АР Севморгео.

Профиль М2 проходит по самой глубокой части Белого моря. Его длина более 250 км. Годографы изображены на рис.1 вверху. Красным цветом показаны наблюдаемые годографы. Тонкими черными линиями даны годографы, дополненные с помощью интерполяции. Для интерполяции между годографами используется представление системы годографов в виде разреза равных офсетов [2].

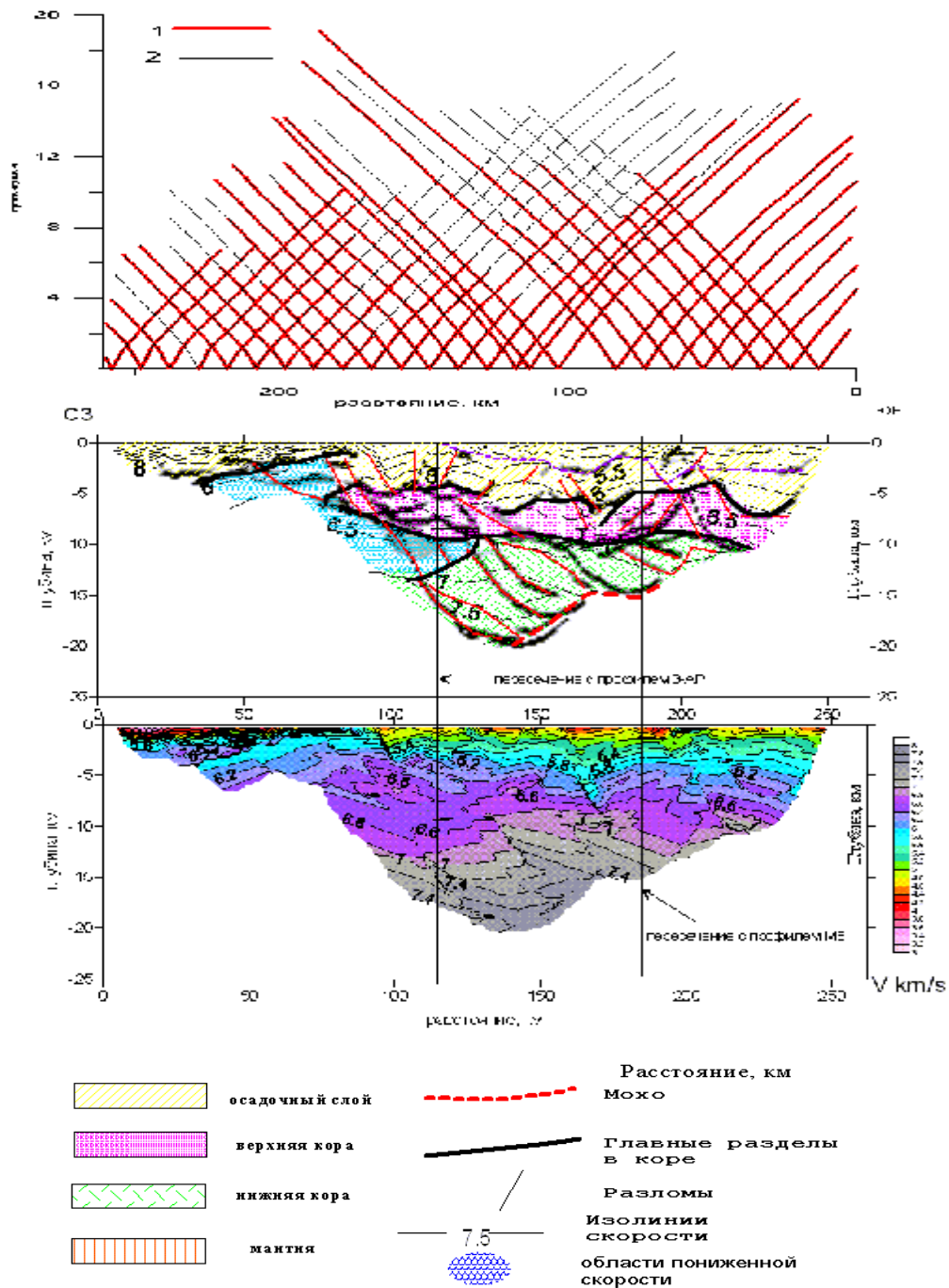


Рис. 1. Сейсмические разрезы по профилю М2. Вверху приведены годографы. 1-наблюдаемые годографы, 2-полученные с помощью интерполяции. В середине рисунка изображен разрез с геологической интерпретацией. Внизу скоростной разрез. Изолинии скорости проведены через 0.2 км/с. Шкала скоростей показана справа.

Автоматически полученный скоростной разрез изображен на рис.1 вверху. Изолинии проведены с шагом 2 км/с. Расстояние между изолиниями обратно пропорционально градиенту скорости. На пикетах 150-170 км четко выделяется Керещкий грабен. Глубина провала в грабене достигает 9 км. Наиболее четко грабен проявляется в структурах фундамента.

В средней части рисунка дан тот же самый разрез с геологической интерпретацией. Осадочный слой характеризуется повышенным градиентом скорости. Скорость на поверхности слоя около 3 км/с, у подошвы составляет 6.2 км/с. Наибольшей мощности -7 км - слой достигает на востоке профиля. На западе на пикете 90 км мощность слоя сокращается до 1.5 км, где прослеживается серия глубинных разломов, проникающих в мантию.

Верхняя кора (скорость у кровли 6.2 км/с, у подошвы 7 км/с) имеет относительно выдержанную мощность – 4-5 км. Она выклинивается на пикете профиля 90 км. Здесь верхняя кора заменяется мощной областью с относительно пониженной скоростью.

Нижняя кора располагается на глубине 10-12 км. Она разбита на узкие наклонные блоки, падающие на восток. Мощность коры 15-20 км.

Также была сделана обработка и интерпретация по профилям ГСЗ М4 и М5 по Белому морю.

Для того чтобы проследить положение грабенов в плане, были построены горизонтальные скоростные карты-срезы. Были выбраны уровни на различных глубинах.

Мы рассмотрим уровень на 3 км. Этот уровень располагается в осадочном слое. Здесь наилучшим образом проявляется строение грабенов. На рис.2 вверху приведен скоростной разрез, где наблюдается чередование блоков с повышенной и пониженной скоростью. Блоки с пониженной скоростью – это грабены. Положение разломов, разделяющих грабены, хорошо видно на этом же срезе, изображенном как поверхность с освещенным рельефом. Разломы, разделяющие грабены, располагаются веерообразно по отношению к береговой линии.

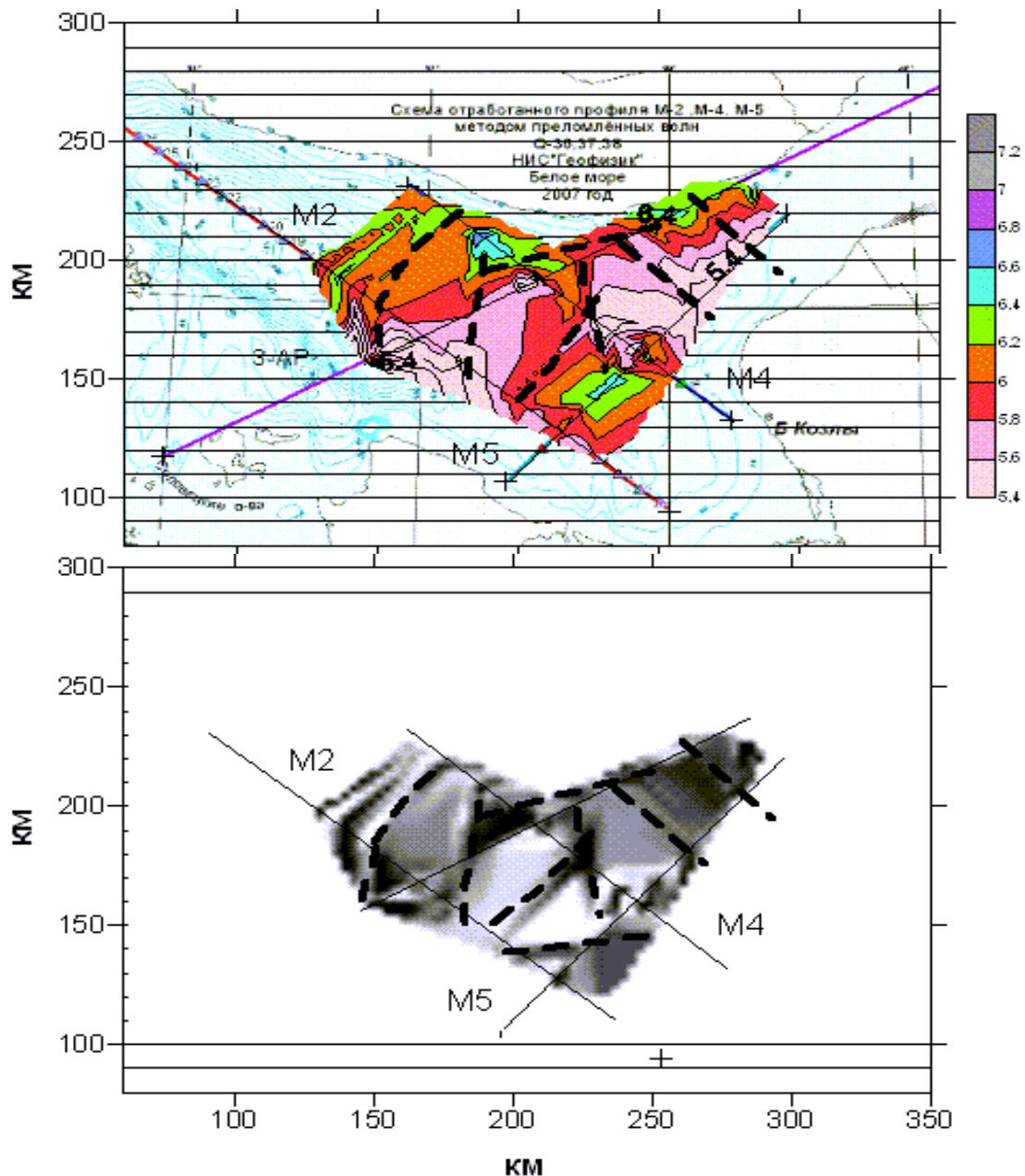


Рис.2. Скоростные карты – срезы на глубине 3 км. Вверху - карта в виде скоростного поля с сечением изолиний 0.2 км/с. Внизу карта с изображением рельефа поверхности скоростного поля. Разломы даны черным пунктиром.

Литература:

1. Пийп В.Б. Локальная реконструкция сейсмического разреза по данным преломленных волн на основе однородных функции // Физика Земли. 1991. № 10. С. 24-32.
2. Piip V.B. 2D inversion of refraction travelttime curves using homogeneous functions // Geophysical prospecting. 2001. 49. P. 461-482.