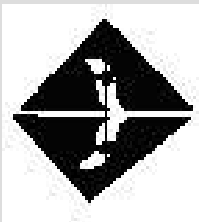


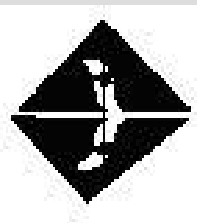
**Разработка основ оптимизации размещения подземных хранилищ CO<sub>2</sub> в условиях промышленных регионов Украины и обеспечения мониторинга их состояния с земной поверхности комплексом геофизических методов**

**Анциферов А. В., Киселев Н.Н., Туманов В.В., Филатов В.Ф.**



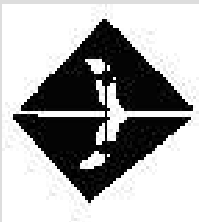
## **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.**

Проблема улавливания и хранения диоксида углерода на востоке Украины одна из наиболее сложных и остро стоящих в условиях подработанной и в значительной мере урбанизированной территории Донбасса. Значительное влияние на состояние горного массива территорий имеют техногенные факторы, в частности, гидрогеологическая ситуация в горнодобывающих районах, которая усложняется в связи с закрытием и затоплением угольных шахт, а также оседанием земной поверхности над горными выработками, при этом подъем уровня подземных вод становится одним из факторов нарушения равновесия геологической среды



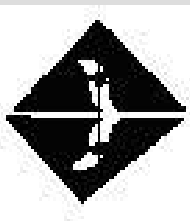
## Актуальность настоящей работы

Проекты региональной дорожной карты внедрения технологий улавливания и хранения диоксида углерода на востоке Украины не всегда решаются правильно. Существуют проекты, в которых не предусмотрены сценарии возможных утечек  $CO_2$  из хранилищ и современные методы их мониторинга комплексом геофизических и газовых методов, которые должны использоваться на стадии поисков оптимальных мест расположения газовых хранилищ. Изыскания для оптимизации размещения подземных хранилищ  $CO_2$  в условиях индустриальных регионов Украины на подработанных территориях – новое направление инженерно-геологических изыскательских работ. Большинство перспективных площадок расположено в зоне покровных слабо-воднопроницаемых грунтов, подстилаемых водоупорными породами тектонически нарушенного, геомеханически нестабильного и литологически контрастного массива горных пород. Поэтому вопросы организации комплексных изысканий в таких условиях приобретают особое значение.

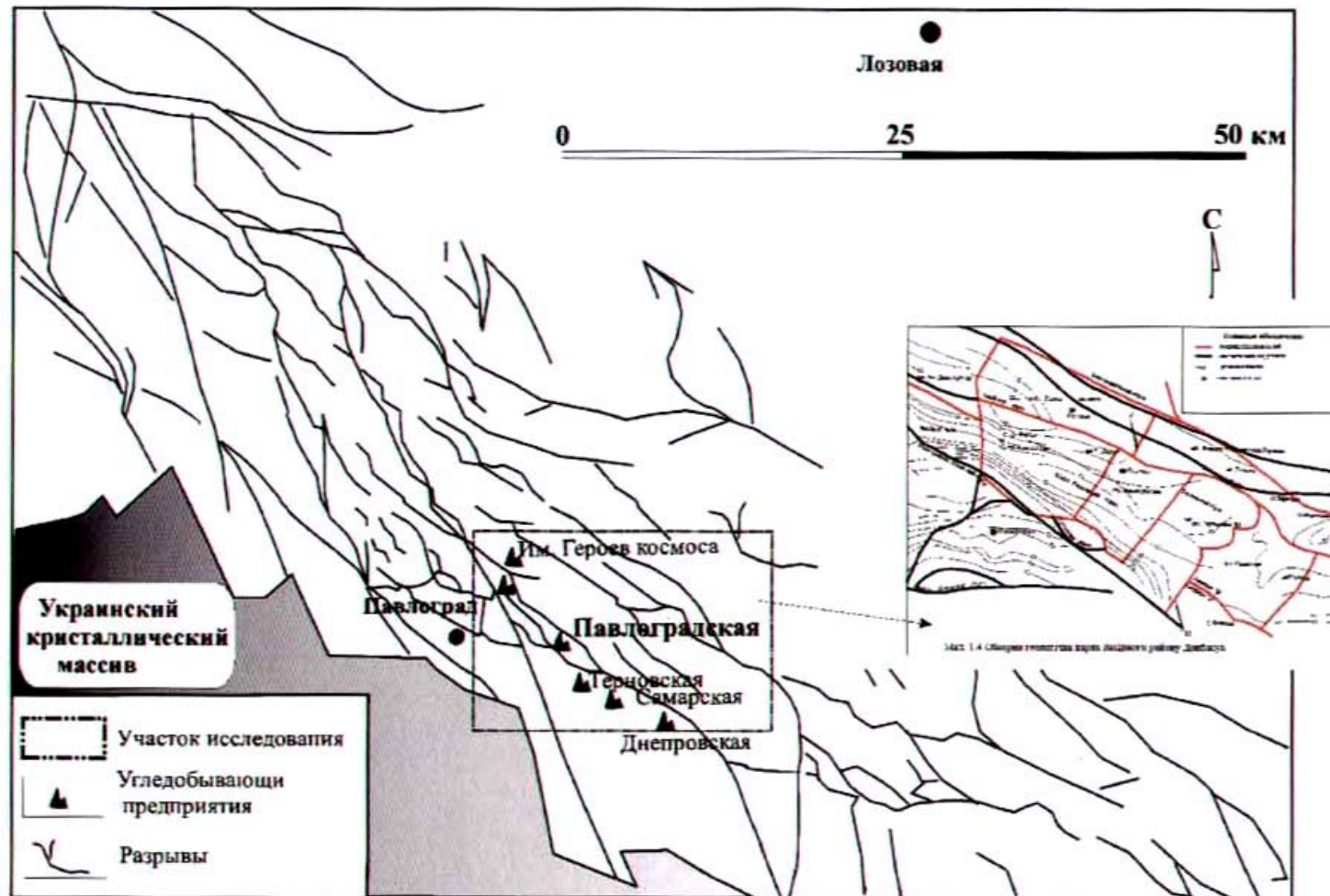


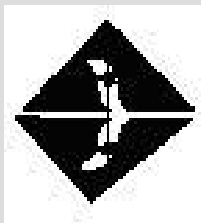
## Постановка задачи

Цель настоящей работы – на основе анализа природных газовых и тектонических условий в пределах участка исследований и прилегающих территорий, проведения комплексных геофизических исследований и анализа сложившейся геомеханической ситуации разработать основы оптимизации размещения подземных хранилищ CO<sub>2</sub> в условиях индустриальных регионов Украины и обеспечить мониторинг их состояния с земной поверхности комплексом геофизических методов и газовой съемки.



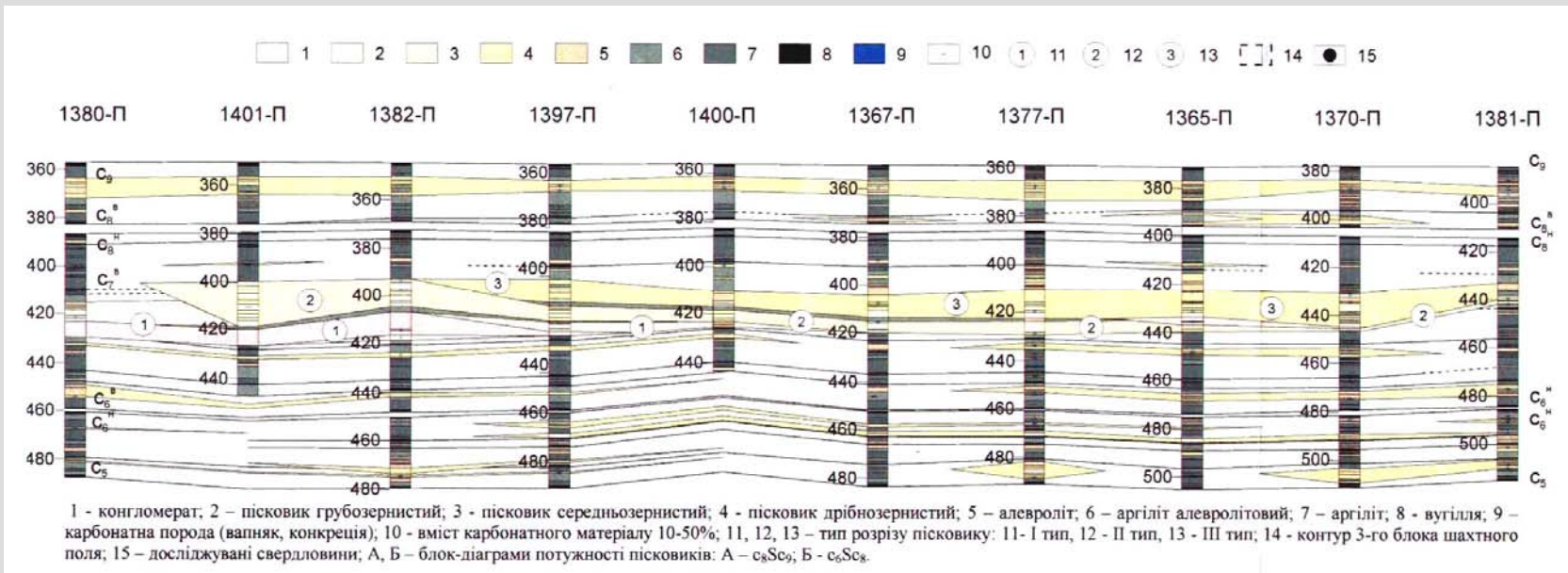
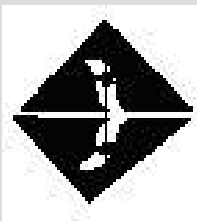
Объект исследований – массив подработанных горных пород карбонового возраста. Участок проведения сейсморазведочных работ 3D расположен в геолого-промышленном районе Западный Донбасс. Территория исследований – 2-й блок шахты „Западно-Донбасская”.





## Методика выполнения работы

- геофизические (электроразведочные и сейсморазведочные) полевые исследования, комплексная интерпретация геолого-геофизических данных, горно-графического материала.



Геологический разрез по данным интерпретации ГИС в пределах участка исследований на 2-м блоке шахты «Западно-Донбасская»

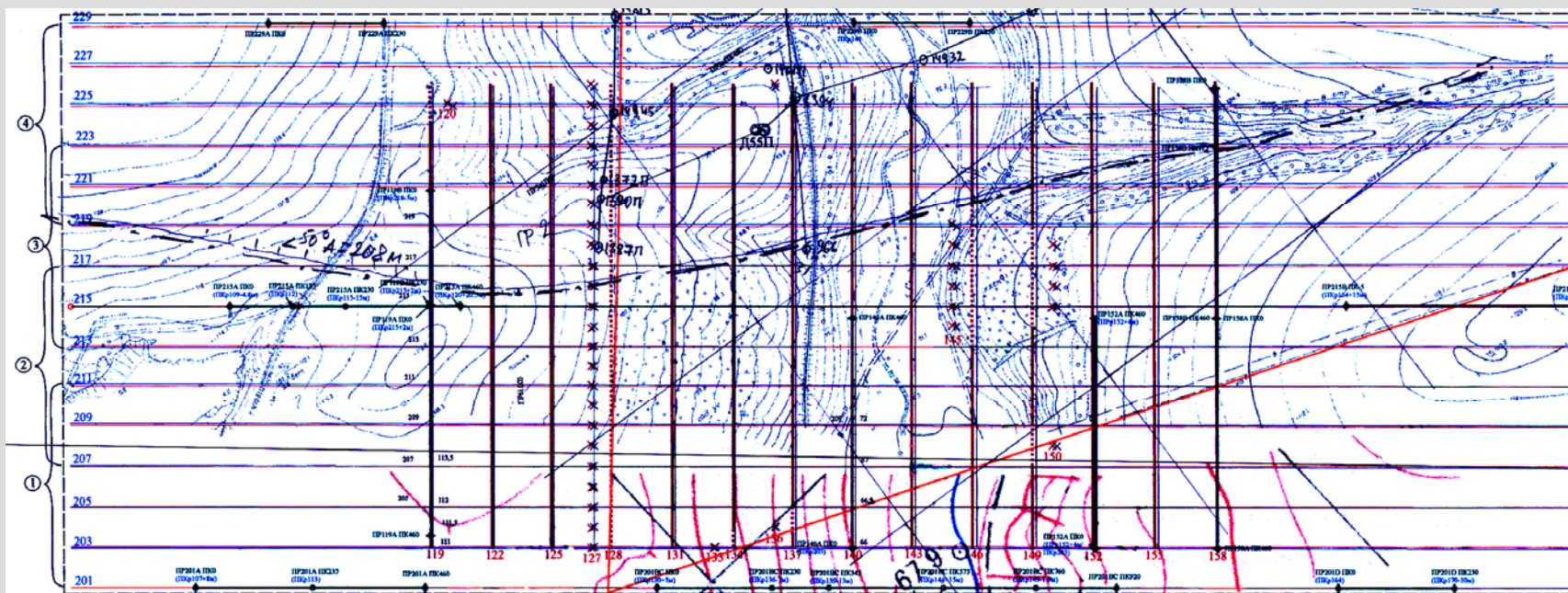
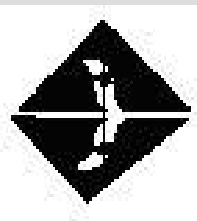
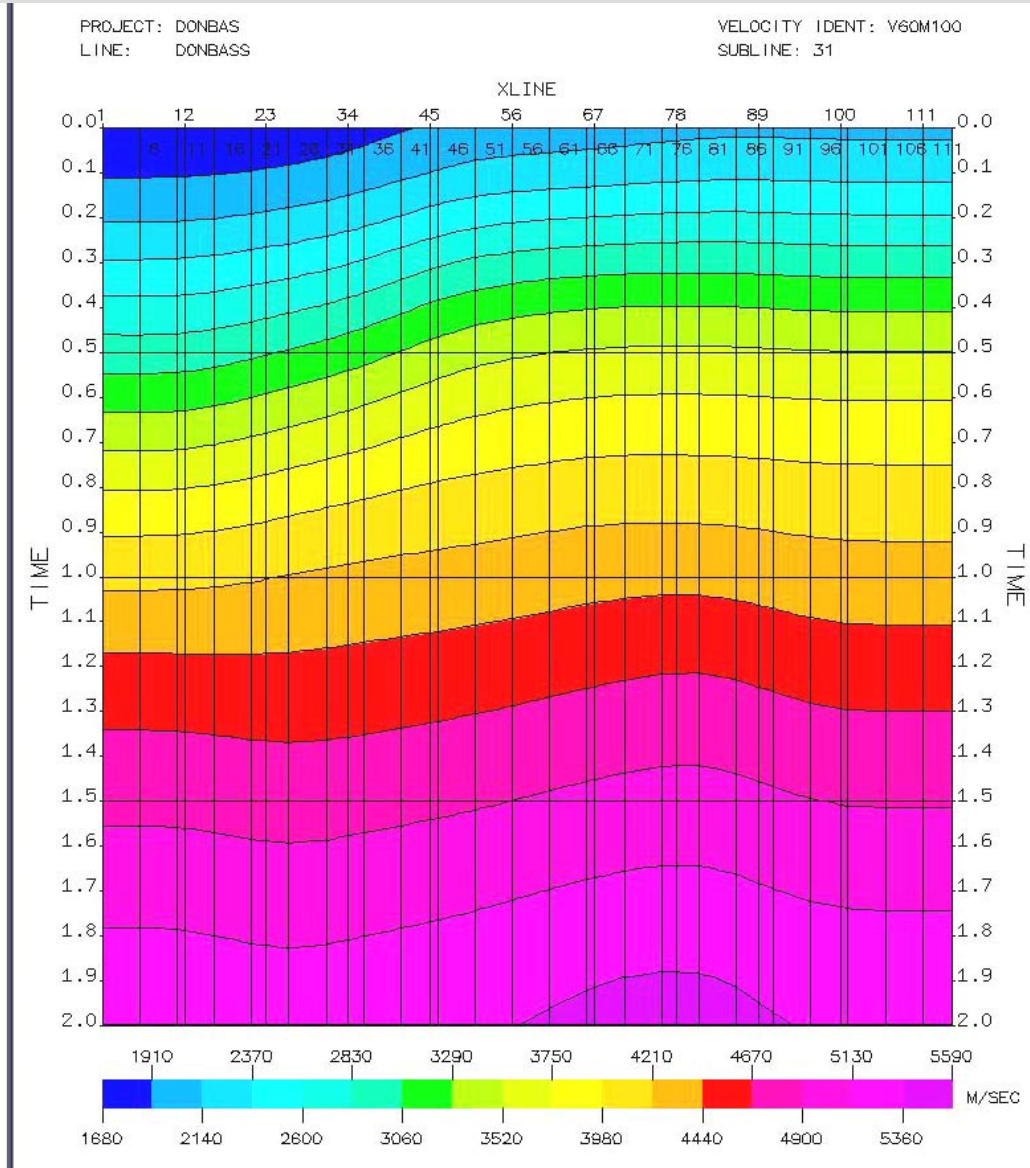
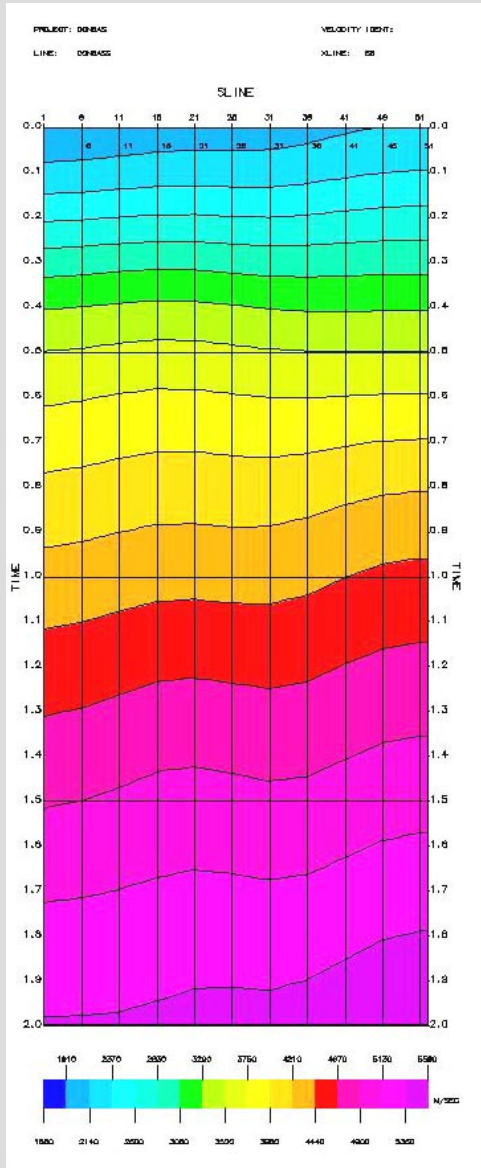
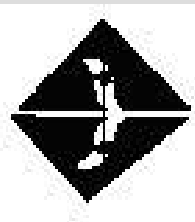
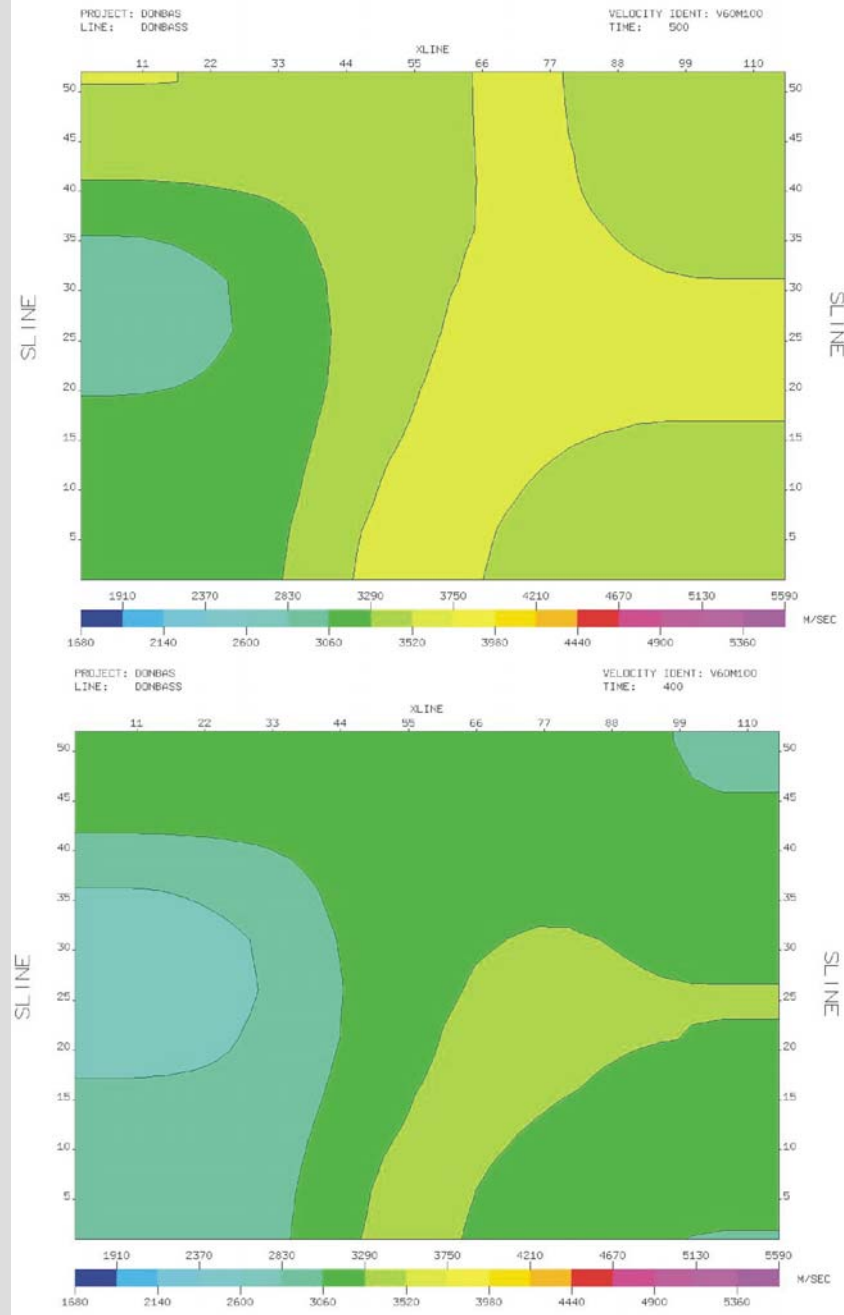
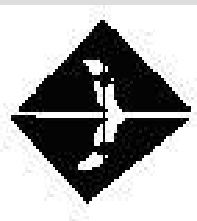


Схема сейсмической съемки 3Д

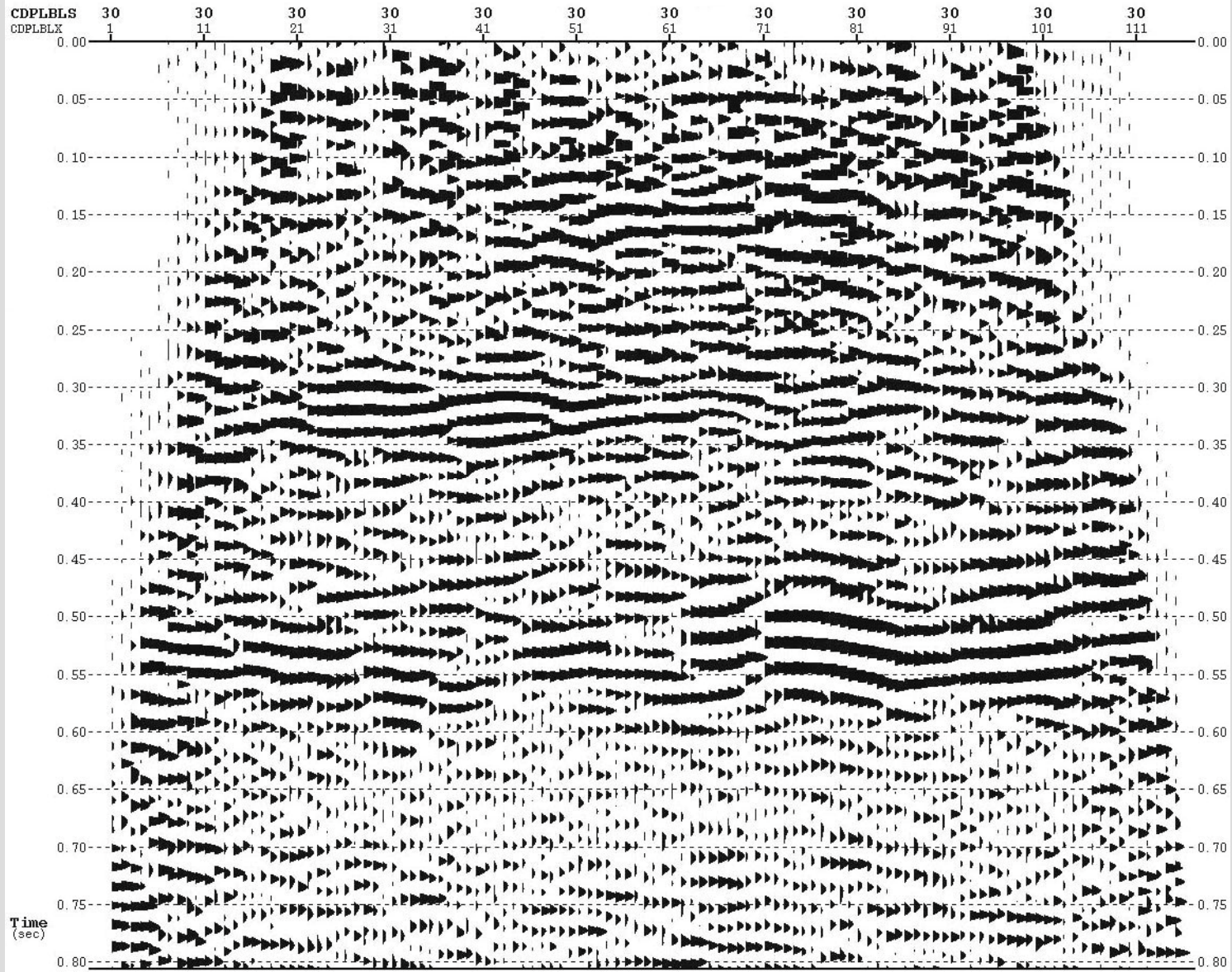
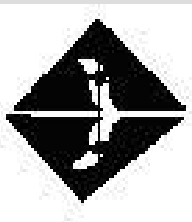




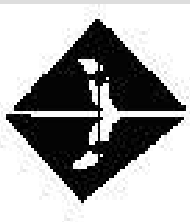
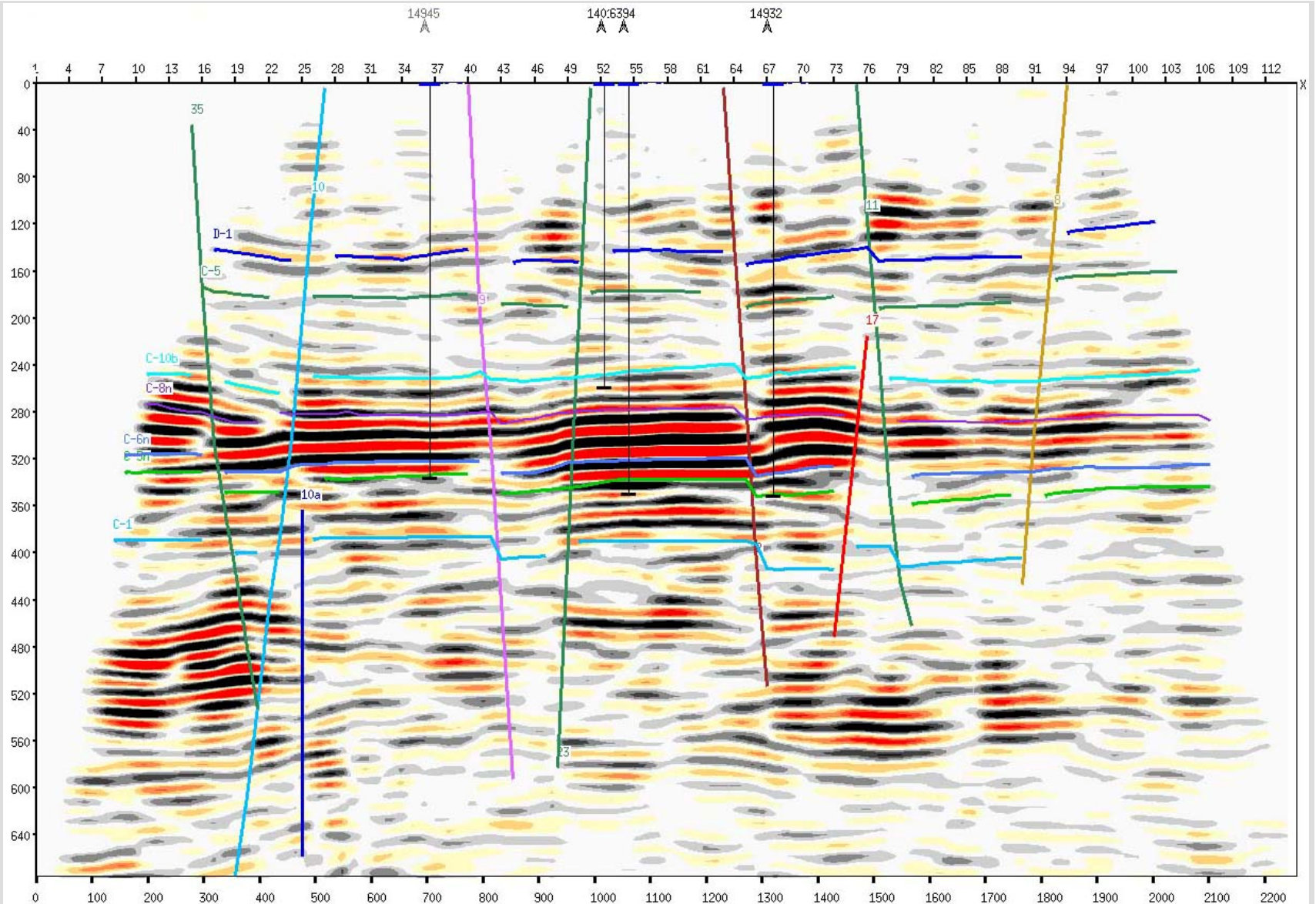
Вертикальный разрез куба скоростей



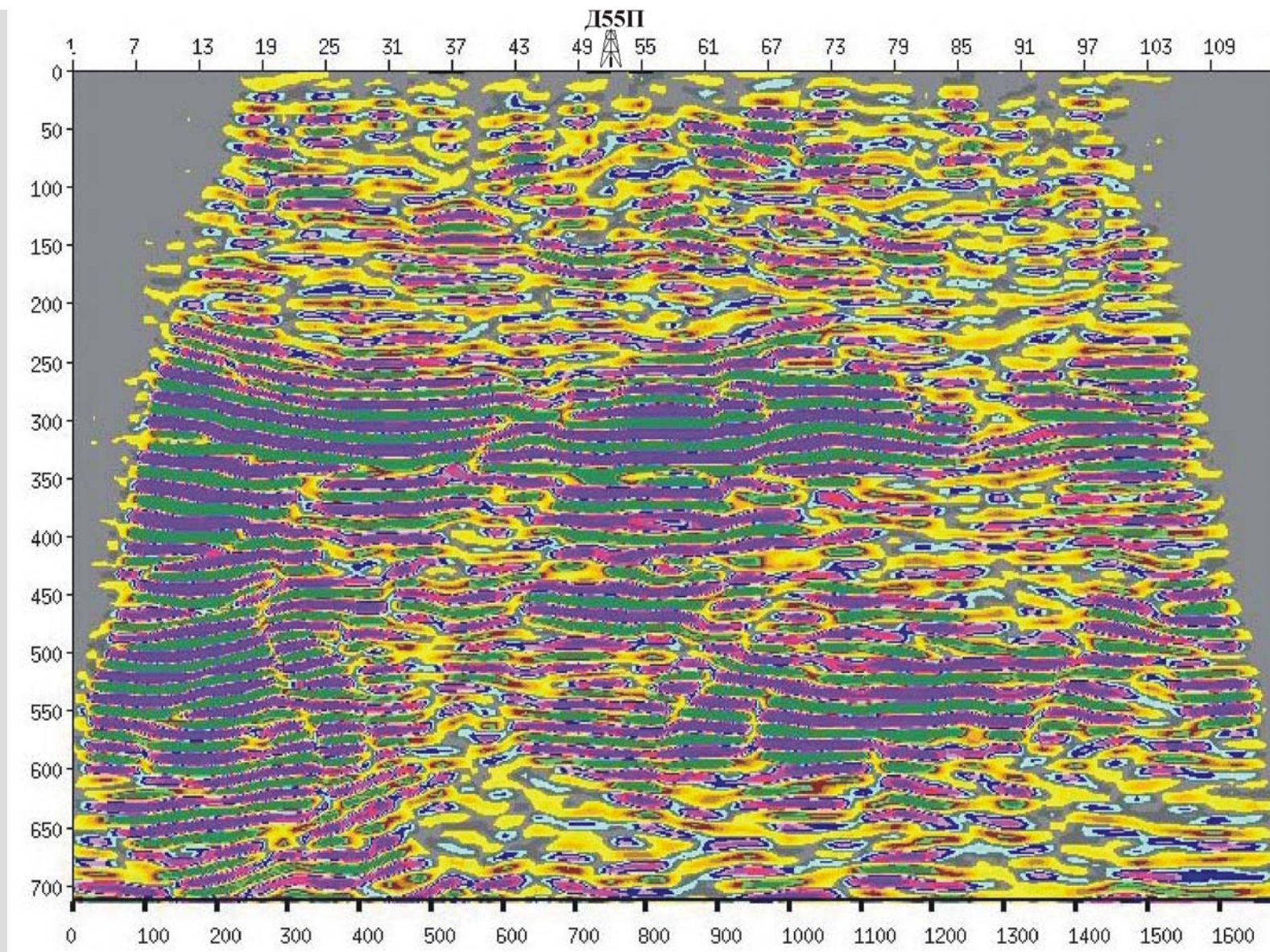
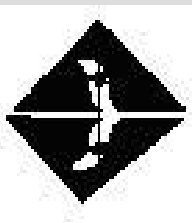
Горизонтальные разрезы куба скоростей: а) на уровне 400 мс; б) на уровне 500 мс.



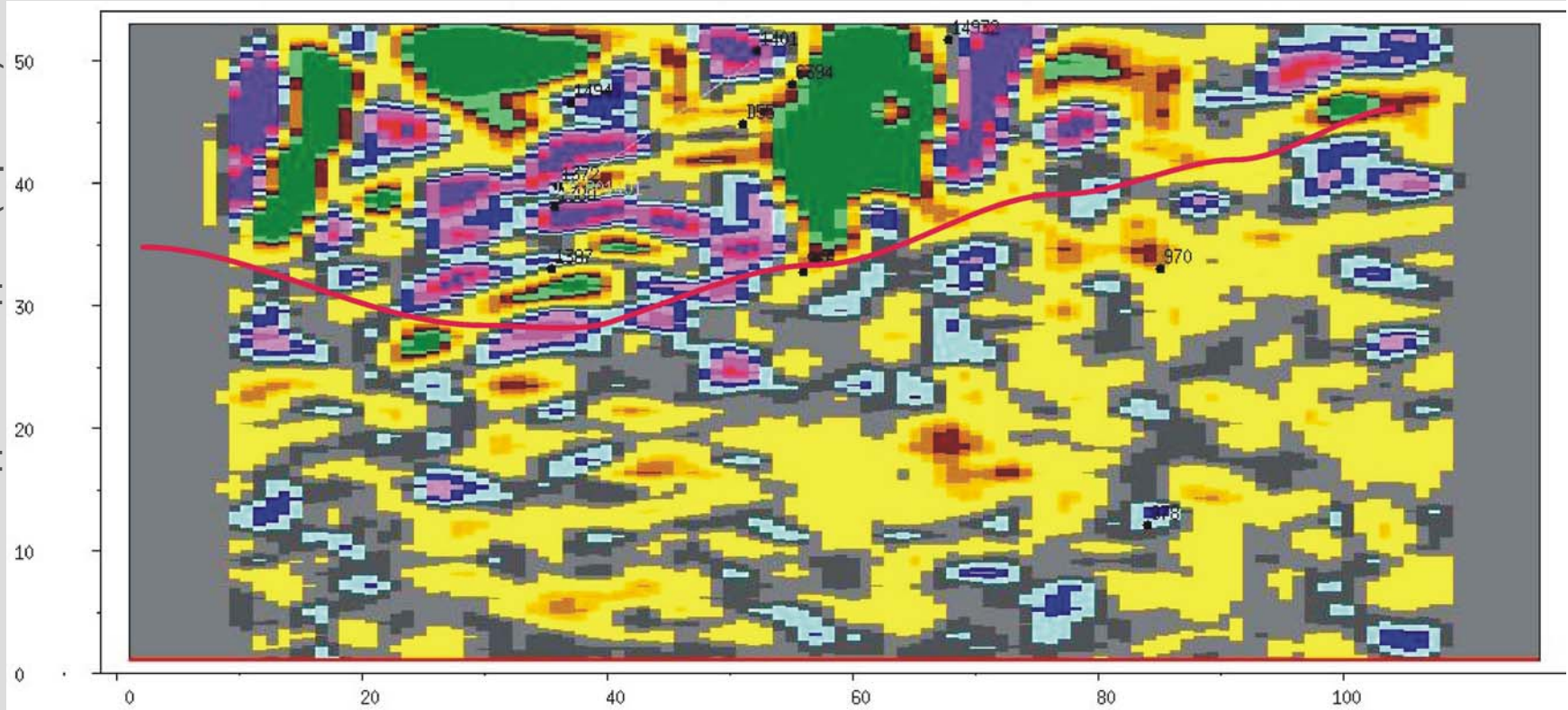
Вертикальный разрез мигрированного куба после полного цикла обработки




Пример интерпретации в системе ИНПРЕС5 временного разреза по линии инлайн 51x

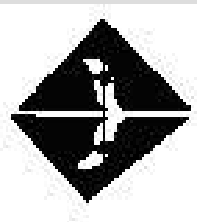


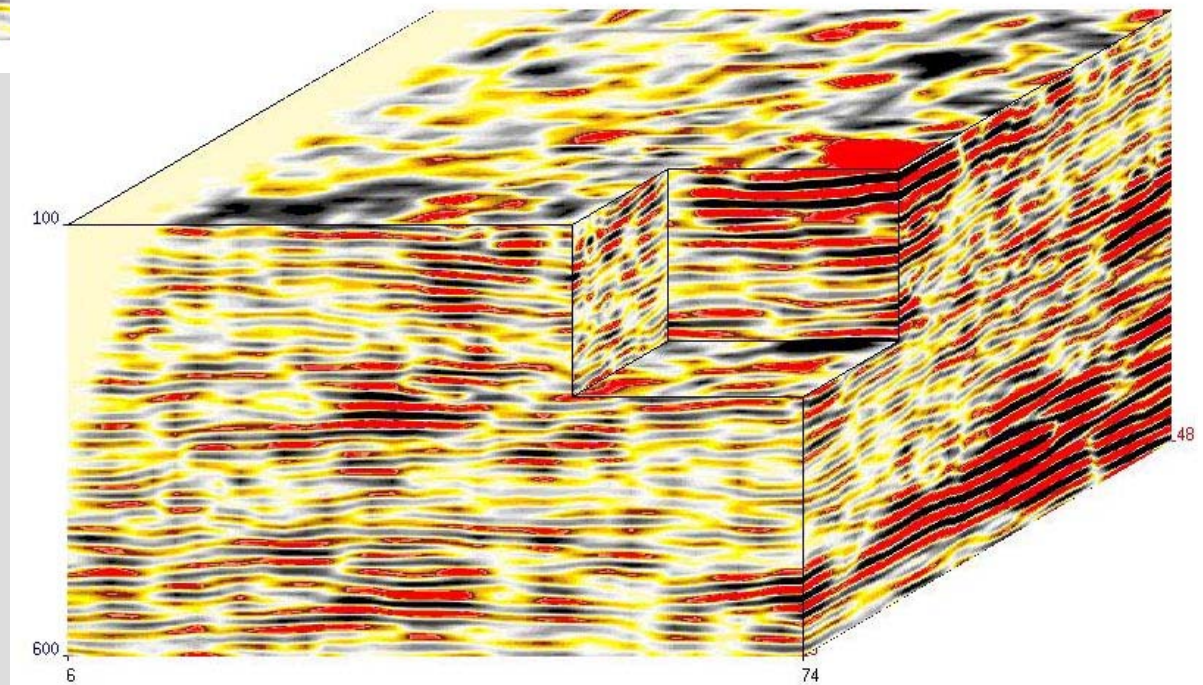
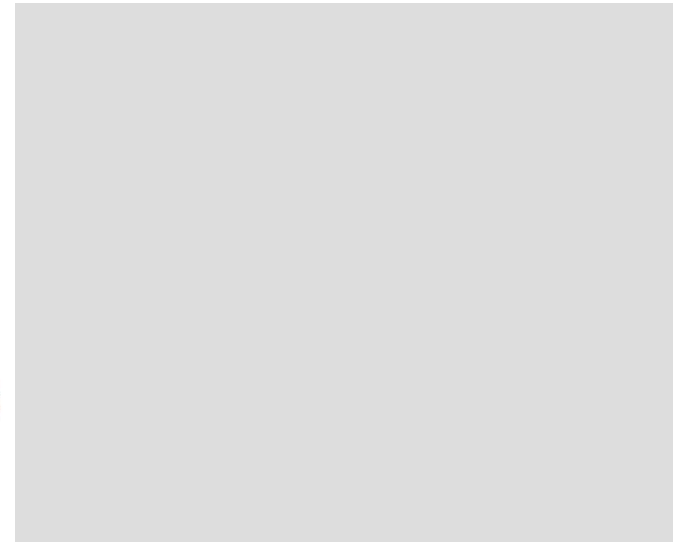
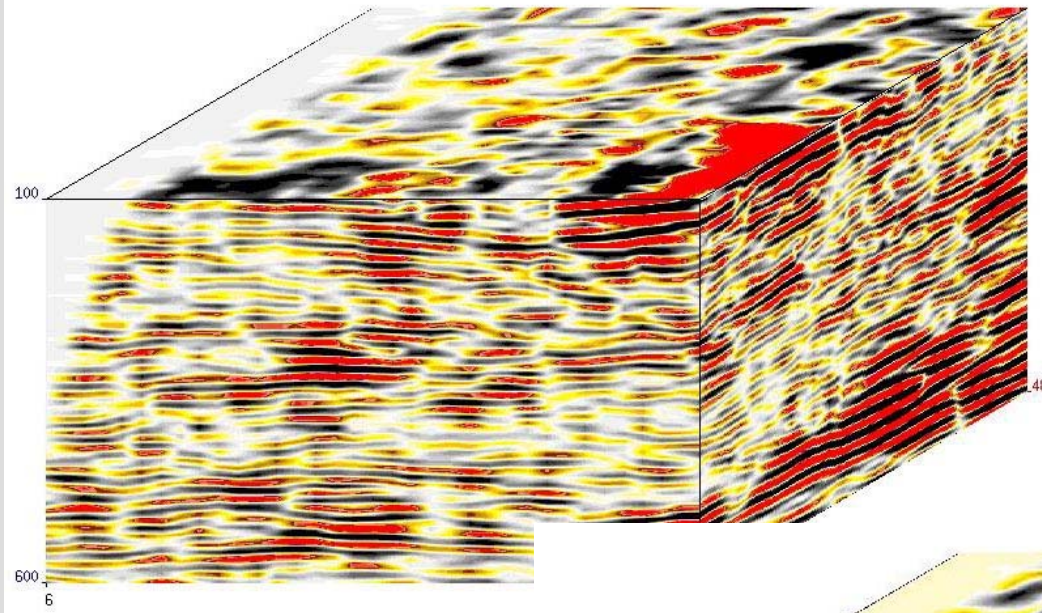
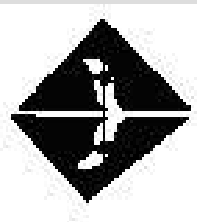
Вертикальный временной разрез по линии инлайн 44х



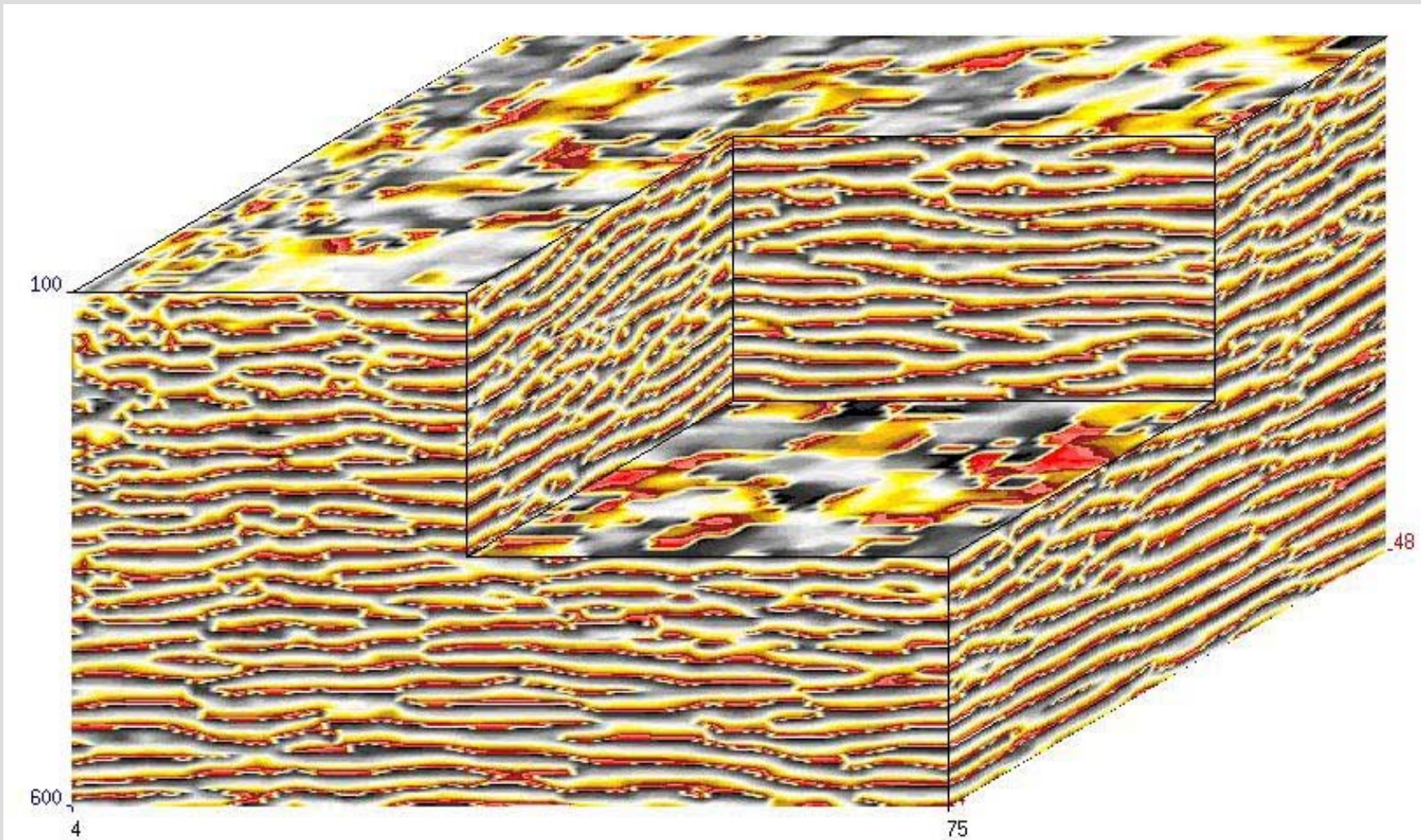
 положение Богдановского сброса на уровне пласта  $s_8^H$

Горизонтальный срез основного сейсмического куба на уровне 300 мс.

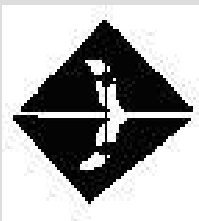




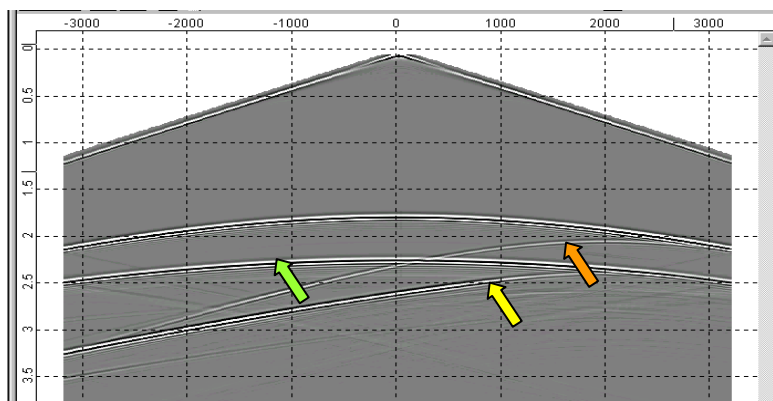
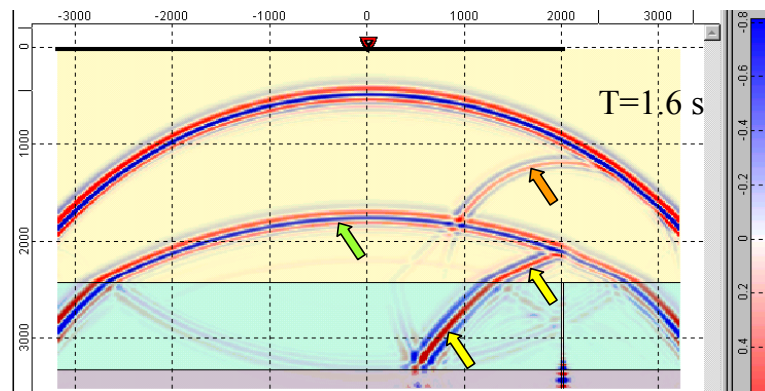
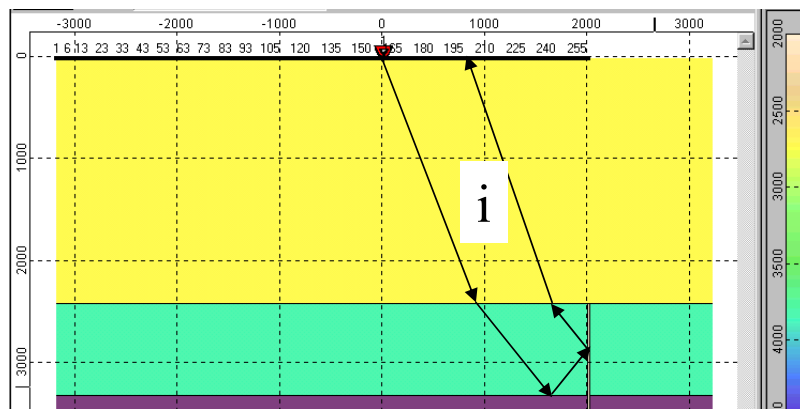
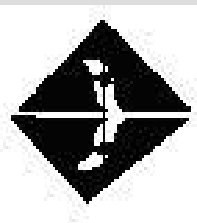
Изображение сейсмического куба, ограниченного по линиям  
инлайн 6х и кросслайн 74у







Изображение сейсмического куба мгновенных фаз с вырезанным фрагментом



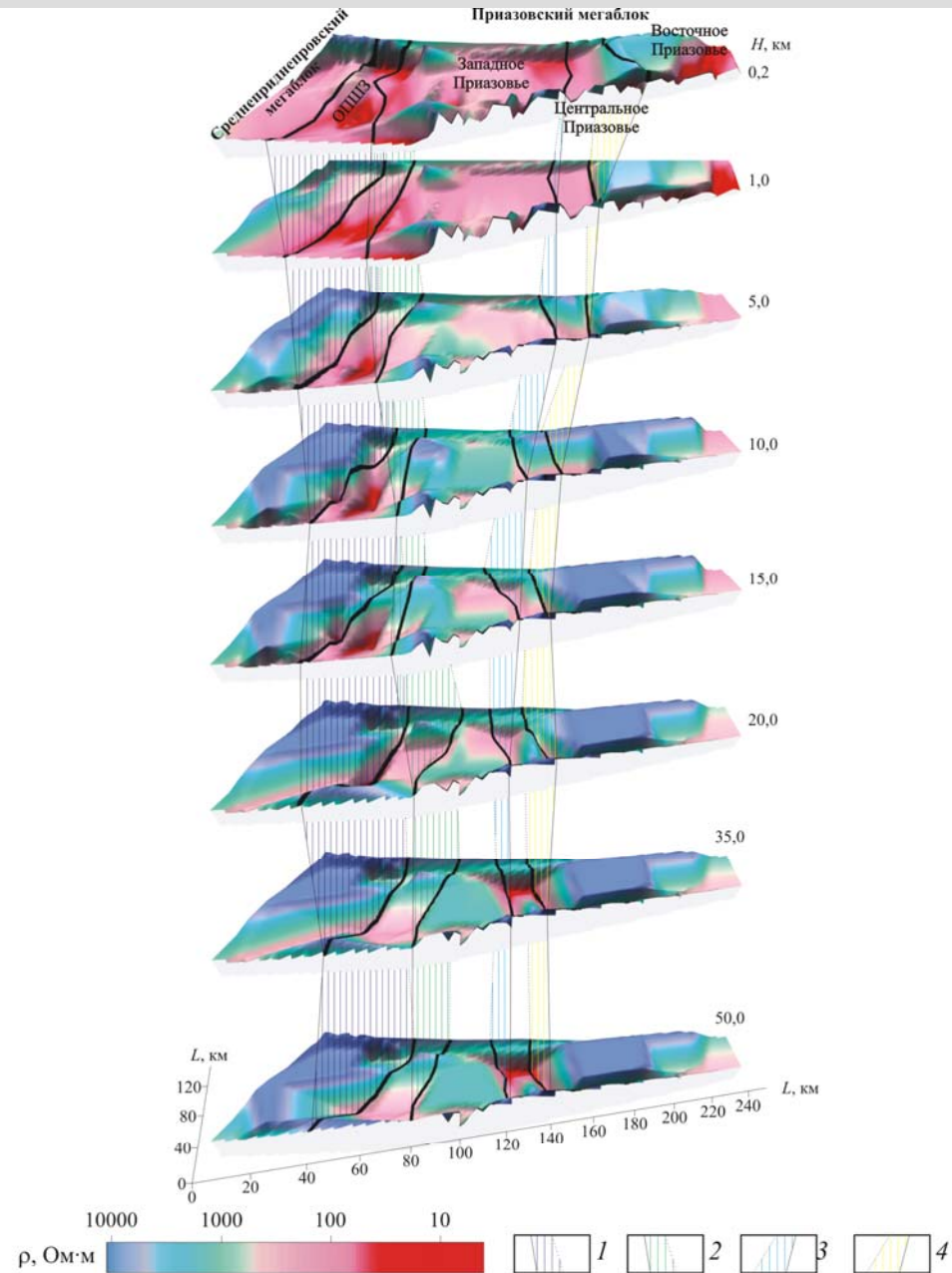
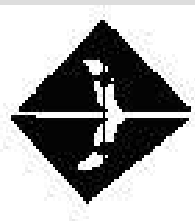




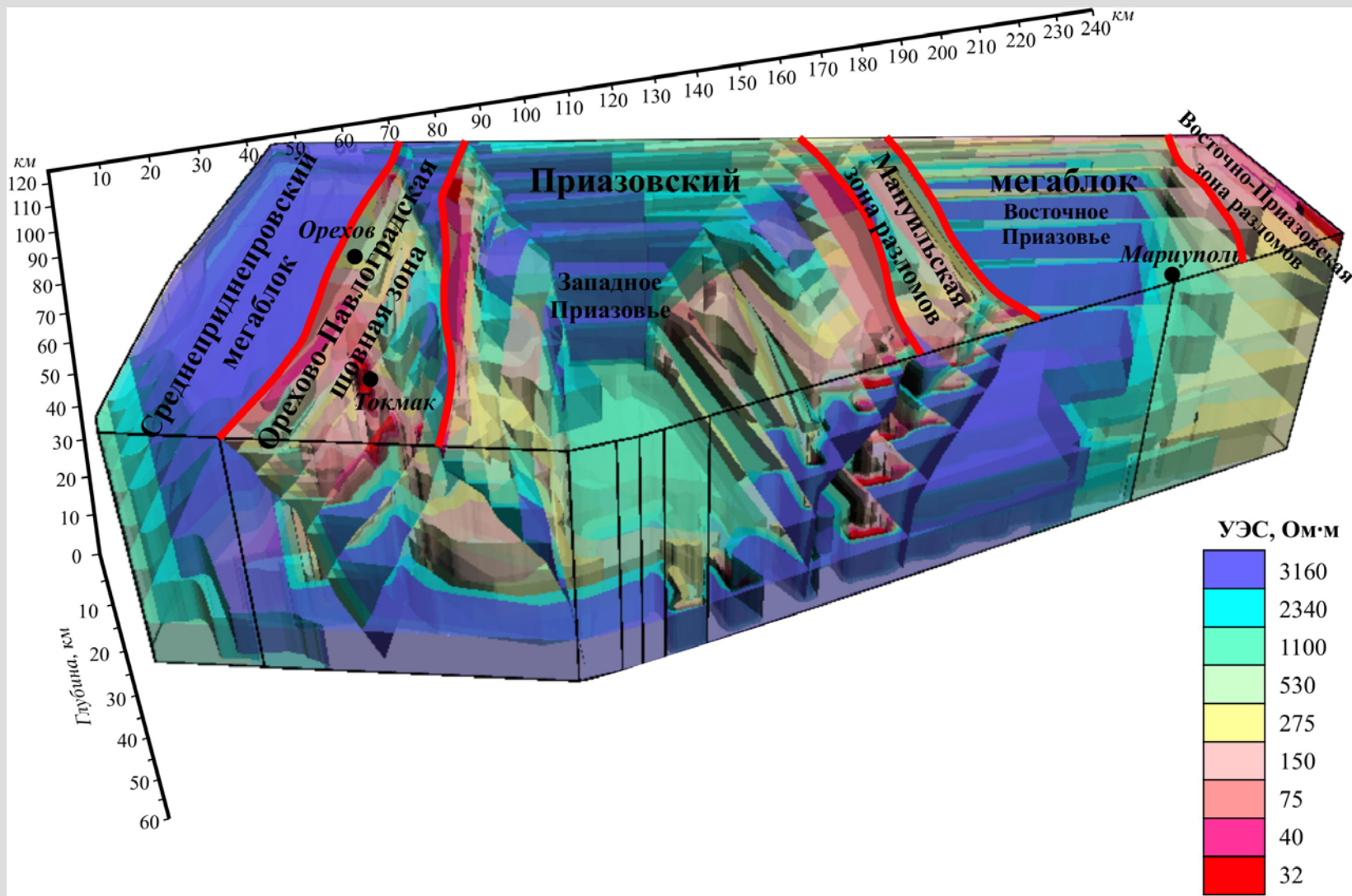
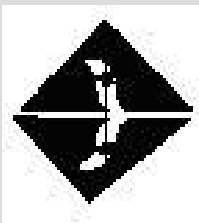
Обозначения

-  Дуплексные отражения
-  Дифракция
-  Отражения
-  от базовой границы

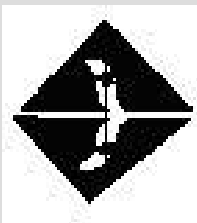
Полноволновое 2D-моделирование сейсмического поля при наличии в разрезе <sup>17</sup> вертикального отражающего объекта, в т.ч. малоамплитудного разрывного нарушения



Обобщенная схематическая модель распределения значений электросопротивления по данным МПЗ и АМТЗ восточной части УЩ



Схематическая объемная модель восточной части УЩ  
по данным геоэлектрических исследований МТЗ

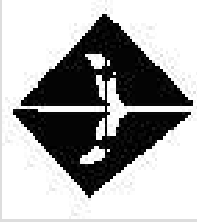


## ВЫВОДЫ

1. Для предотвращения выброса CO<sub>2</sub> в атмосферу, после его улавливания, CO<sub>2</sub> нужно безопасно хранить на протяжении сотен лет. Существует ряд потенциальных геологических формаций, которые могут быть использованы для хранения CO<sub>2</sub>, и прежде всего глубокие угольные пласты, отработка которых экономически нецелесообразна.

2. Оптимизация размещения подземных хранилищ CO<sub>2</sub> в условиях промышленных углепромышленных регионов Украины и обеспечение мониторинга их состояния с земной поверхности должна осуществляться с помощью комплекса геофизических методов. Под комплексом геофизических методов понимается угольная трехмерная (3D) сейсморазведка и глубинное магнитотеллурическое зондирование (МТЗ, АМТЗ) в сочетании с газовой съемкой (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и др.) на поверхности над хранилищем CO<sub>2</sub>.

3. Указанный комплекс методов позволяет оценить физико-механические и водно-физические характеристики массива, предварительно выбранного для использования под хранилище CO<sub>2</sub>, и, в т.ч., провести оценку его трещиноватости и наличие путей фильтрации CO<sub>2</sub> из хранилища на поверхность и в окружающую среду с определением возможных экологических рисков будущей эксплуатации объекта. При этом будут получены данные, позволяющие достаточно детально расчленить массив как по вертикали, так и по латерали.



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ  
УКРАИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И  
ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ ГОРНОЙ ГЕОЛОГИИ,  
ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА (УКРНИМИ)

Спасибо за внимание!