

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

«Прогнозирование фильтрационно-емкостных свойств пород методом
сейсмической инверсии с применением программно-алгоритмического
комплекса «Vanguard»

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса геологического факультета

Позгалева Александра Александровича,

прошедшего обучение по направлению 05.03.01 Геология

Научный руководитель

доктор геол.-мин. наук, профессор

Зав. кафедрой

кандидат геол.-мин. наук, доцент

подпись, дата

С.И. Михеев

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Введение. Выпускная бакалаврская работа посвящена актуальной проблеме прогнозирования фильтрационно-емкостных свойств пород методом сейсмической инверсии с применением программно-алгоритмического комплекса «Vanguard».

Основная цель бакалаврской работы заключалась в теоретическом и практическом обосновании применения сейсмической инверсии на материалах МОГТ.

Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие частные задачи:

- изучение геологического строения Динамовского участка,
- проведение прогнозирования фильтрационно-емкостных свойств пород методом сейсмической инверсии с применением программно-алгоритмического комплекса «Vanguard».
- провести анализ результатов применения программно-алгоритмического комплекса «Vanguard», в частности, амплитудной инверсии которая представляет собой метод решения обратной динамической задачи сейсмологии, т.е. восстановление упругих параметров геологической среды по зарегистрированному волновому полю.

В основу бакалаврской работы был положен геолого-геофизический материал, собранный в период прохождения преддипломной практики в ОАО «Саратовнефтегеофизика»,

Бакалаврская работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка литературы, включающего 10 источников. Работа изложена на 50 страницах, содержит 12 рисунков.

Основное содержание работы. В первом разделе «геолого-геофизическая характеристика территории исследования» приводятся подробные сведения Динамовского лицензионного участка располагающегося в пределах левобережья р. Волги, в Фёдоровском и Ершовском районах Саратовской области такие как:

- Геолого-геофизическая изученность района работ;
- Литолого-стратиграфическая характеристика разреза;
- Тектоническое строение;
- Нефтегазоносность.

Второй раздел «виды сейсмической инверсии и анализ их эффективности» посвящен обзору методов сейсмической инверсии.

В данном разделе были рассмотрены основные цели инверсии сейсмических данных, такие как восстановление акустических и упругих свойств горных пород, которые могут быть связаны через эффективные модели сред с коллекторскими свойствами (литология, пористость, характер насыщения) или с физическими условиями (давление, температура) при которых они находятся.

Также приведено подробное описание математических методов, применяемых в сейсмической инверсии и выполнен анализ эффективности видов сейсмической инверсии.

Третий раздел «прогнозирование фильтрационно-емкостных свойств пород методом сейсмической инверсии с применением программно-алгоритмического комплекса VANGUARD». В третьем разделе приведено описание и основные задачи комплекса Vanguard, которые состоят в объединении сейсмических данных с каротажными данными для получения параметров резервуара. Для ее выполнения Vanguard объединяет различные методики (калибровку сейсмических данных к скважинным данным, геостатистику, амплитудную инверсию, прямое моделирование и интерпретацию), облегчающие создание изображений с высоким разрешением. Путем объединения сейсмических и каротажных данных, атрибутов

сейсмических данных до и после суммирования, прямого моделирования и инверсии, пользователи комплекса Vanguard в рамках одной системы могут преобразовать амплитуды сейсмических данных в упругие свойства среды (близкие к данным ГИС). Система Vanguard использует весь набор данных разведочных методов с возможностью ввода данных на любом этапе работы.

Основными данными для системы Vanguard являются данные ГИС, сейсморазведки МОГТ, а также априорная геологическая информация о площади работ, полученная в результате более ранних исследований. Исходный сейсмический материал подвергался стандартной и специализированной обработке с целью дальнейшего его использования для проведения инверсии.

Проведен анализ результатов применения программно-алгоритмического комплекса «Vanguard» на территории Динамовского участка

Амплитудная инверсия как было рассмотрено ранее представляет собой метод решения обратной динамической задачи сейсмологии, т.е. восстановление упругих параметров геологической среды по зарегистрированному волновому полю. При построении алгоритмов инверсии на решение накладываются ограничения, которые заключаются в том, что оно должно соответствовать некоторой модели, построенной по скважинным данным, и чем больше и полнее эти данные, тем точнее модель. Также априорная модель используется для внесения в результат инверсии низкочастотной составляющей, отсутствующей в исходных сейсмических данных и ограничения в процессе оптимизации решения. Основные этапы проведения инверсии в программном комплексе Vanguard заключаются в выделении элементарного сейсмического импульса, построении модели распределения импеданса, настройки параметров инверсии в точках расположения скважин и применении оператора инверсии для получения разреза импеданса.

Чтобы идентифицировать границы изменения свойств пластов по времени и глубине, традиционно выполняют свертку последовательности коэффициентов отражений, рассчитанных по результатам обработки акустического и плотностного каротажа с сигналом заданной формы. Кроме качественных сейсмических данных для проведения достоверной сейсмической инверсии необходимы материалы по скважинам. В идеале это широкополосной акустический каротаж, плотностной каротаж и данные ВСП, однако такие данные в полном объёме зачастую отсутствуют.

По выявленным объектам Динамовского участка, по кресту профилей, проходящих через рекомендуемые скважины, были проведены инверсионные преобразования. Для расчёта использовались данные ГИС скважины 4 Южно-Манской. После ввода данных стандартного акустического каротажа (АК) проводилась их обработка, которая включала в себя ряд процедур:

- коррекция высокоамплитудных выскоков,
- пересчет кривых АКΔТ в кривые АКV_p,
- приведение каротажных данных к уровню вертикальной разрешающей способности сеймики, путём осреднения кривых до 3 м.

Для точной динамической привязки горизонтов было выполнено одномерное сейсмическое моделирование. Для описания толстослоистого каркаса модели использовались границы слоев в виде поверхностей, полученных на этапе интерпретации, используя пликативную модель. Импеданс или волновое сопротивление – это произведение трёх акустических параметров: скорости волн в породах, плотности пород и поглощения сейсмической энергии в матрице пород. Поскольку поглощение энергии сигналов в сейсмическом диапазоне частот по глубине меняется слабо, то его принято считать константой. Поэтому формулы импеданса для расчёта волновых атрибутов для акустической инверсии содержат только скорости и плотности: $I = \rho \times V_p$

Разрезы импеданса, полученные для каждого рекомендуемого объекта в окне 50 мс выше и 60 мс ниже подошвы клинцовских отложений, представлены на рисунках 3.3.3-3.3.8 и иллюстрируют изменение свойств пластов по глубине и по латерали, то есть смену литологии, пористости и трещиноватости. Анализируя полученный результат, можно сказать, что по всем разрезам довольно уверенно прослеживается высокоскоростная толща (оттенки красного цвета), соответствующая карбонатным отложениям, приуроченным к известнякам бийского возраста. Интенсивность цвета меняется вдоль горизонта – более низкие значения приурочены к зонам разлома, что возможно связано с разуплотнением горных пород. На Западно-Манской структуре, в районе рекомендуемой скважины 2 также наблюдается некоторое понижение импеданса, что можно предположительно связать с повышением трещиноватости известняков и, возможно, улучшением их коллекторских свойств. Что касается 1 Западно-Манской скважины, которая расположена в приподнятом северном блоке структуры, то на уровне бийского горизонта она находится в зоне довольно высоких значений импеданса. Выше подошвы клинцовских отложений на разрезе импеданса наблюдается яркая аномалия низких значений, что косвенно указывает на улучшение коллекторских свойств песчаника.

Для Северо-Нестеровской структуры амплитудная инверсия была проведена по профилю 071003 рисунок 3.3.8. Материалы носят определенный отпечаток условности, поскольку для расчёта использовались данные скв. 4 Южно-Манской, далеко расположенной от исследуемого объекта. Высокие значения импеданса (светло-оранжевый - тёмно-красный цвета) соответствуют высокоскоростным карбонатным отложениям бийского возраста, значения

импеданса в которых варьируют в пределах 14000-20000 усл. ед. вдоль горизонта. В пределах горста в бийских отложениях выделяется зона с наибольшим значением акустической жёсткости, которая смещена от местоположения рекомендуемой скважины в восточном направлении.

Возможно, такая амплитудная аномалия указывает на изменения свойств пород в пласте, в частности на увеличение их плотности. Выше высокоскоростной толщи бийских отложений на разрезе импеданса наблюдается пачка зелёно-синего цвета, со значениями акустического импеданса 9000-12500 усл.ед., которая соответствует клинцовским отложениям. В пределах горста в клинцовских отложениях просматривается зона с самым низким значением импеданса, в точке рекомендуемой скважины также наблюдается некоторое понижение импеданса, которое можно предположительно связать с изменением литологии или, возможно, улучшением коллекторских свойств песчаных пропластков. Это является косвенным благоприятным фактором при оценке местоположения рекомендуемой скважины.

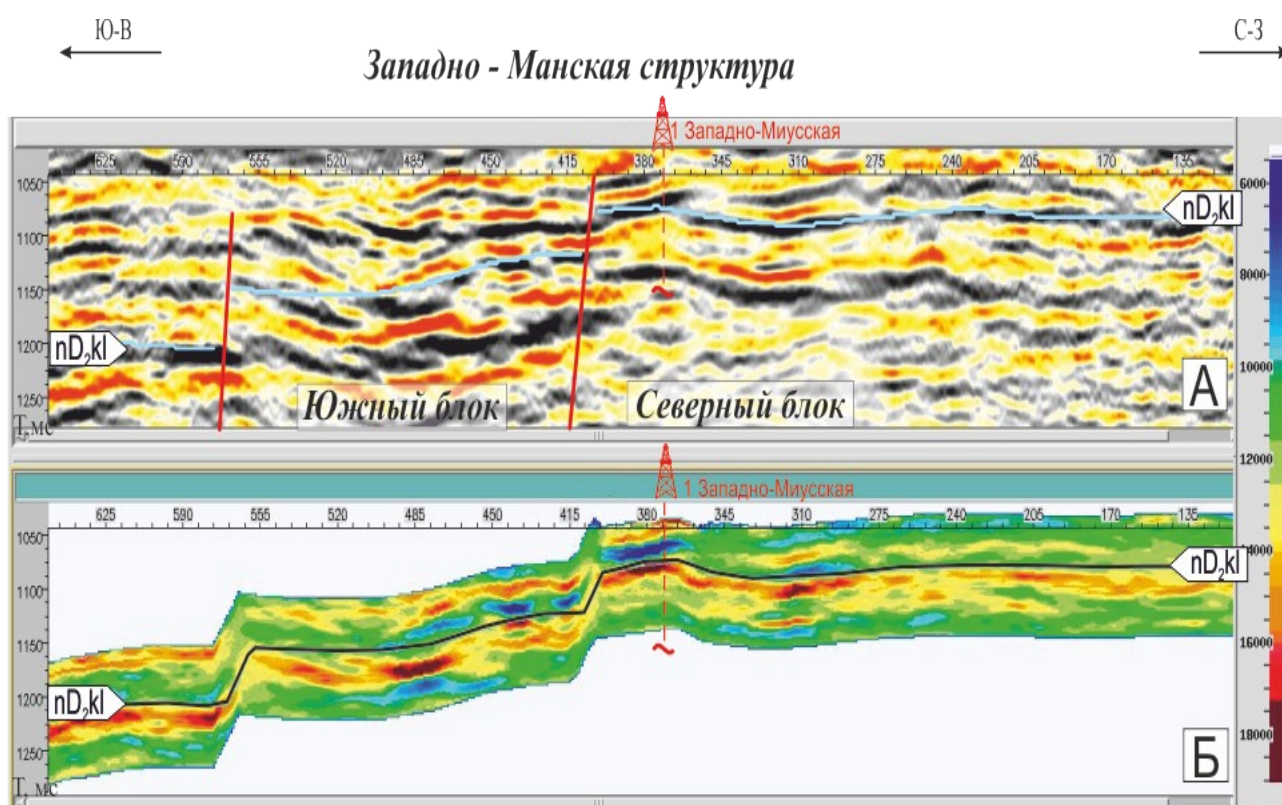


Рисунок 3.3.3-Фрагмент временного разреза (А) и разреза импеданса (Б) по профилю 0212012

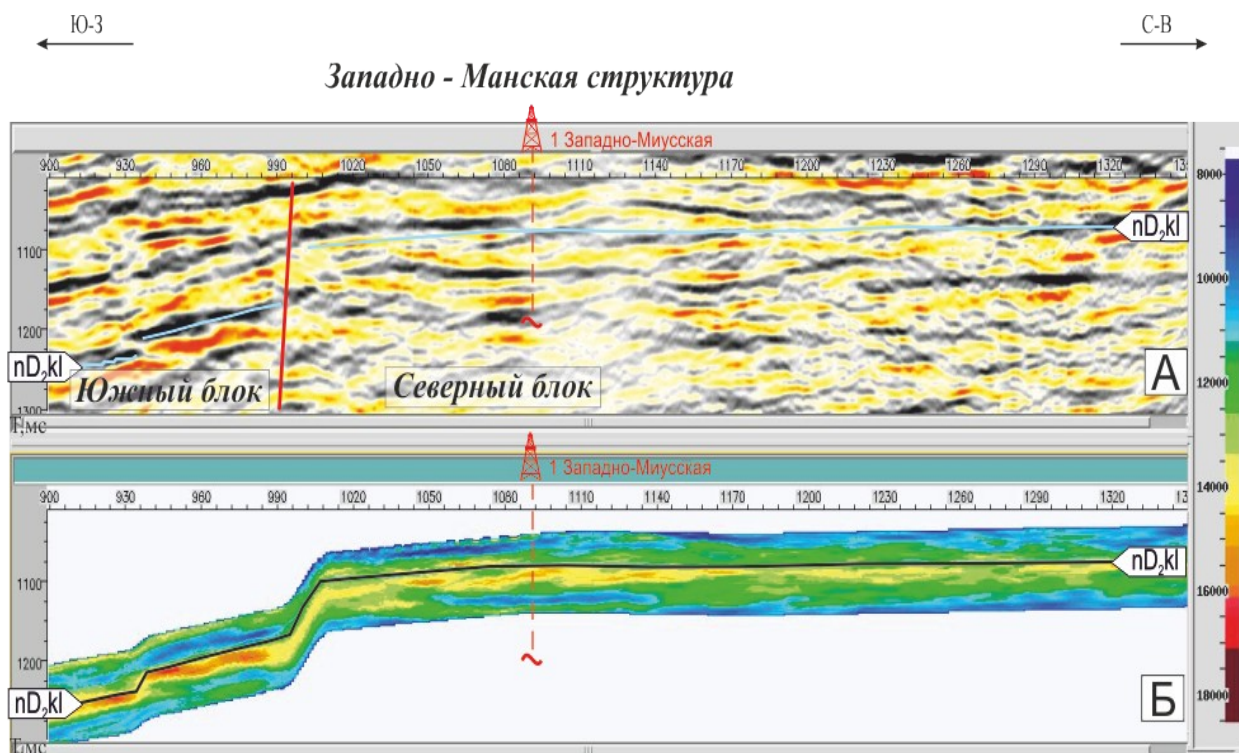


Рисунок 3.3.4-Фрагмент временного разреза (А) и разреза импеданса (Б) по профилю 0212007

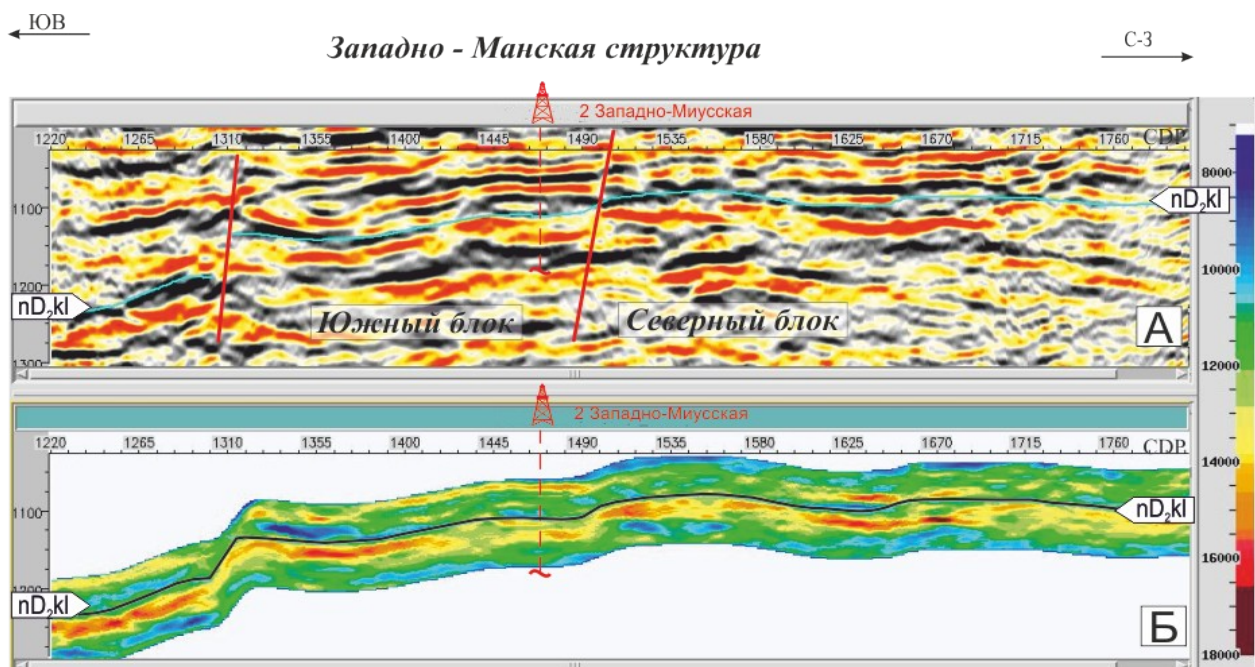


Рисунок 3.3.5-Фрагмент временного разреза (А) и разреза импеданса (Б) по профилю 071013

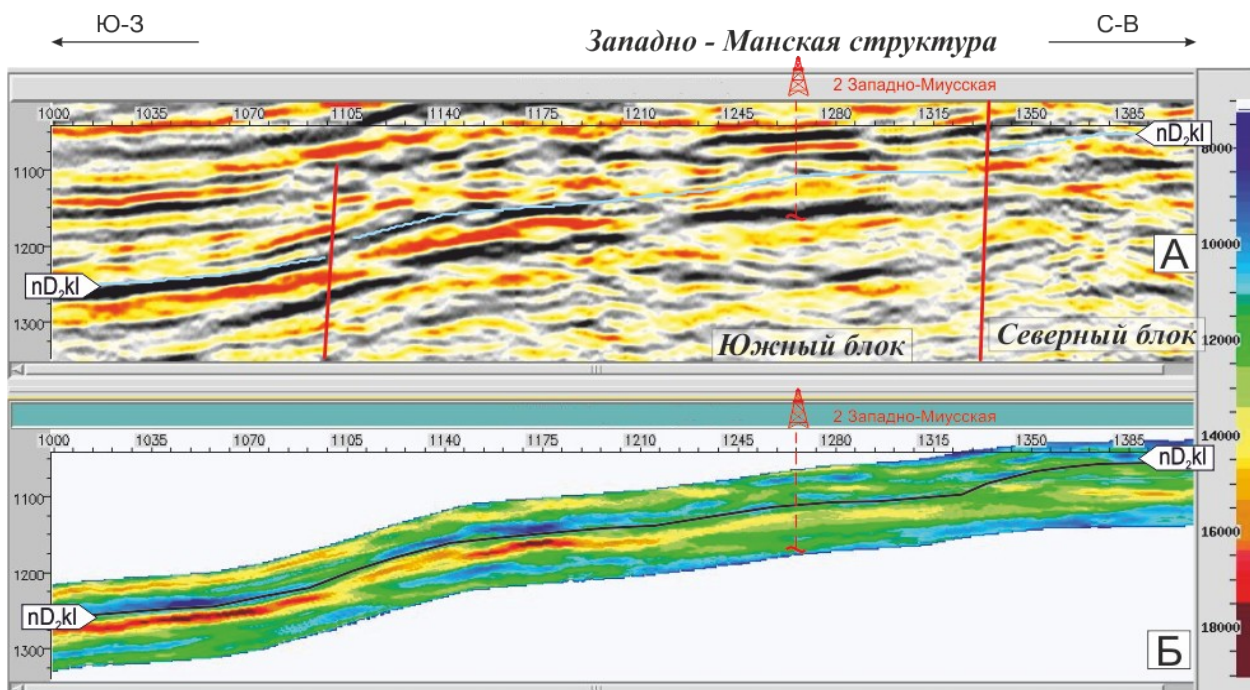


Рисунок 3.3.6-Фрагмент временного разреза (А) и разреза импеданса (Б) по профилю 0212008

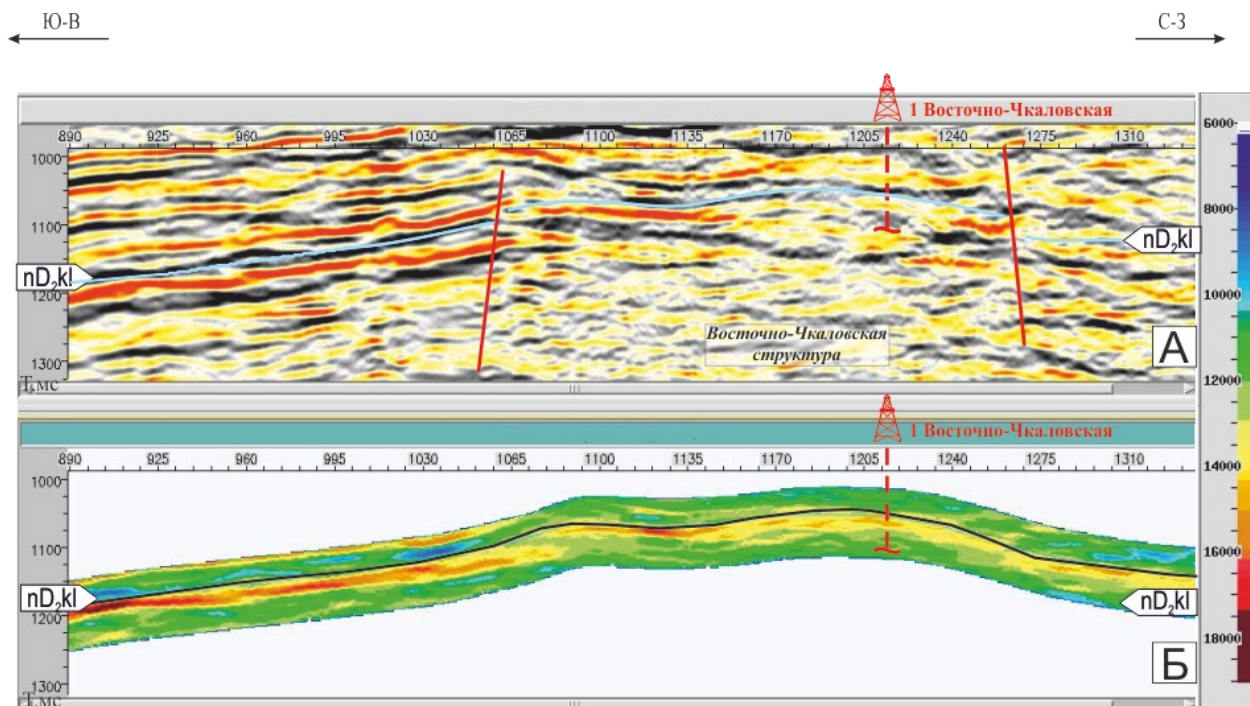


Рисунок 3.3.7-Фрагмент временного разреза (А) и разреза импеданса (Б) по профилю 071016

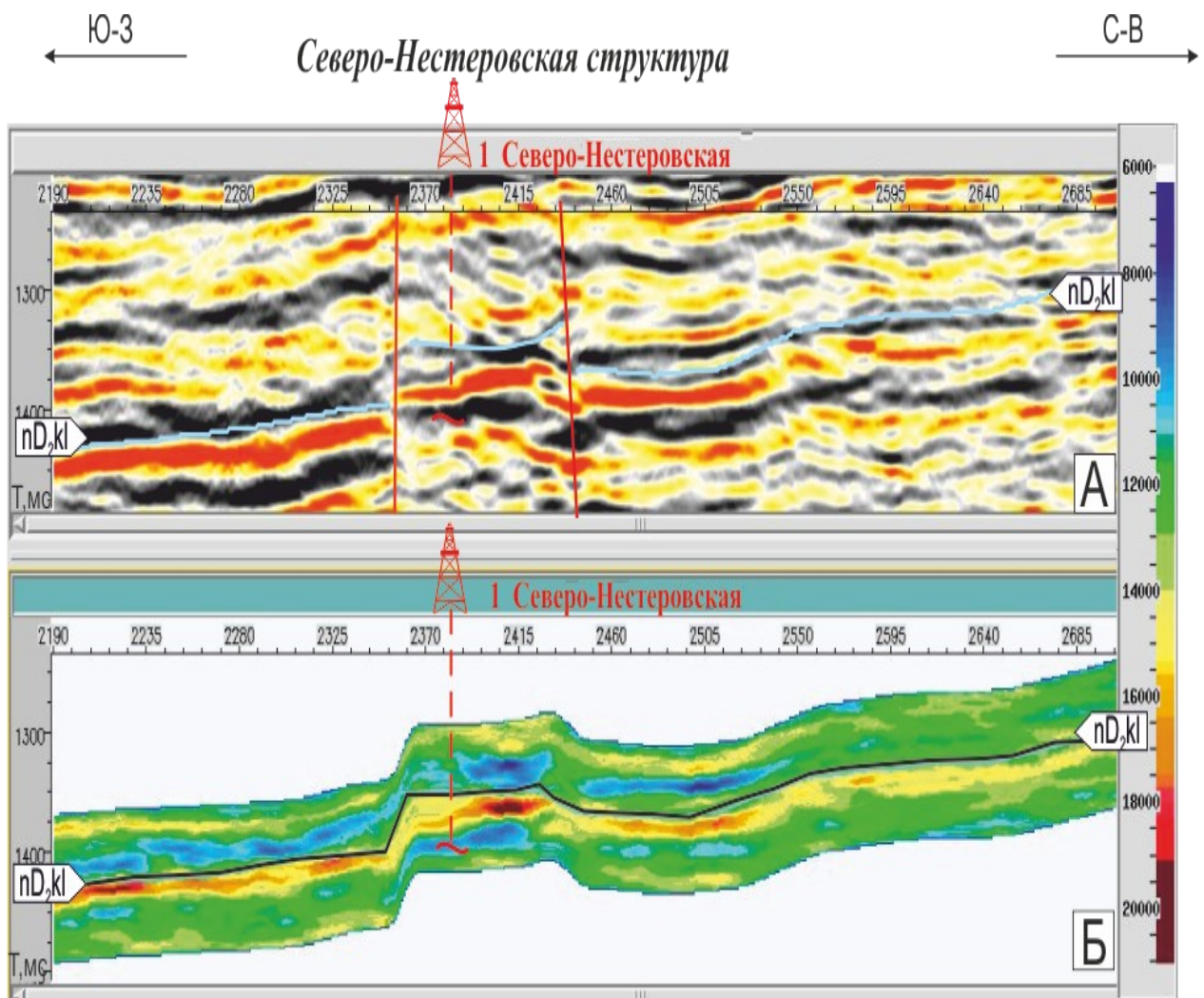


Рисунок 3.3.8-Фрагмент временного разреза (А) и разреза акустического импеданса (Б) по профилю 071003

Заключение. В настоящей бакалаврской работе за время ее подготовки были собраны, обобщены и проанализированы имеющиеся на территории Динамовского лицензионного участка геолого-геофизические материалы, проведено прогнозирование фильтрационно-емкостных свойств пород методом сейсмической инверсии с применением программно-алгоритмического комплекса «Vanguard».

На основе расчетов с использованием данного комплекса программ сделан вывод, что в точке рекомендуемой скважины наблюдается некоторое понижение импеданса, которое можно предположительно связать с изменением литологии или, возможно, улучшением коллекторских свойств песчаных пропластков. Это является косвенным благоприятным фактором при оценке местоположения рекомендуемой скважины.

Таким образом, в результате выполненных автором исследований цель бакалаврской работы, заключающаяся в Прогнозирование фильтрационно-емкостных свойств пород методом сейсмической инверсии с применением программно-алгоритмического комплекса «Vanguard была достигнута.